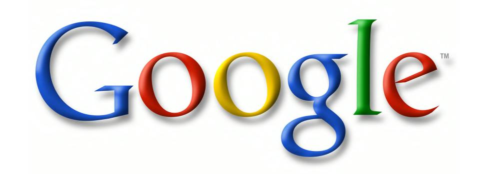


Über die Selbstregulation der Lebewesen.

Von

Wilhelm Roux.

Sonderabdruck
aus dem
Archiv für Entwickelungsmechanik der Organismen.
Herausgegeben von Prof. Wilh. Roux in Halle a/S.
XIII. Band, 4. Heft.
Ausgegeben am 2. Mai 1902.

Leipzig
Wilhelm Engelmann
1902.

Über die Selbstregulation der Lebewesen.

Von

Wilhelm Roux.

Von Selbstregulationen der Lebewesen war noch vor zwei bis drei Decennien wenig die Rede, denn man kannte nur wenige derselben und diese wurden in ihrer besonderen Bedeutung nicht genügend gewürdigt.

Man kannte damals einige von den Physiologen ermittelte »rein funktionelle« Regulationen der Betriebsfunktionen des Organismus, deren vornehmste und ältest bekannte durch den Hunger vermittelt wird, ferner ein Weniges von denjenigen morphologischen Regulationen, welche zu den zweckmäßigen Gestaltungen führen, die durch »Übung« vermittelt werden, so z. B. dass Tänzerinnen dicke Wadenmuskeln, Lastträger dickere Knochen ausbilden.

Diese morphologischen Selbstregulationen schienen durch die überkommene Ableitung von einer mit der Funktionirung verbundenen Hyperämie genügend erklärt und beschäftigten daher die Aufmerksamkeit der Forscher und Philosophen nicht weiter. Dazu kamen noch die Regeneration und die Naturheilkraft.

Im Jahre 1875 lenkte PFLÜGER[1] die Aufmerksamkeit auf diese Vorgänge, indem er von einer »teleologischen Mechanik« sprach und die Gesetze aufstellte:

»Die Ursache jedes Bedürfnisses eines lebendigen Wesens ist zugleich die Ursache der Befriedigung des Bedürfnisses.«

»Wenn das Bedürfnis nur einem bestimmten Organ zukommt, dann veranlasst dies Organ allein die Befriedigung. Wenn dasselbe Bedürfnis vielen Organen gleichzeitig zukommt, dann veranlasst sehr häufig nur ein Organ die Befriedigung aller.«

---

[1]) PFLÜGER's Archiv f. Physiologie. Bd. 15. 1875.



Bei der unzureichenden Thatsachenkenntnis der damaligen Zeit fasste er aber das Gebiet doch noch wesentlich zu eng, indem er nur an fest prästabilirte, um eine feste unverrückbare Mitte erfolgende Regulation dachte, etwa der Art, wie sie in der Technik als Selbststeuerungen bezeichnet werden. Auch nahm er die Regulationen als gegeben hin.

Die DARWIN'sche Selektionslehre hatte nun schon vorher gesucht, die Zweckmäßigkeiten der typischen organischen Gestaltungen und ihrer Leistungen von den rein mechanischen Principien der angeblich »freien« Variationen und der Auslese aus ihnen im Kampfe der Personen und von dem Principe der geschlechtlichen Zuchtwahl zu erklären. Diese ersteren Principien hielt man ohne Weiteres auch zur Erklärung der wenigen und noch wenig bekannten morphologischen Selbstregulationen für ausreichend, denn auch die Regeneration in Verlust gerathener Theile ließ sich im Allgemeinen ihnen unterordnen.

Indem ich gegen das Ende der siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts nach direkter causaler Ableitung der organischen Gestaltungen zu streben begann, stellten sich mir zunächst die Thatsachen der Anpassung der Organe an ihre Funktion durch die Ausübung derselben als einer neuen Erklärung durchaus bedürftig dar. denn die Ableitung der auf dem Gebiete der Knochenanpassung neu gewonnenen Thatsachen, wie der von mir erkannten Gesetze der Beschränkung der Aktivitätshypertrophie auf die die »Verstärkung« der Funktion leistenden »Dimensionen« gingen weit über die Leistungsfähigkeit der überkommenen Erklärung hinaus. Im Jahre 1881 veröffentlichte ich unter dem Titel »Der Kampf der Theile im Organismus« eine Theorie dieser morphologischen Regulationen, die ich unter dem Namen »funktionelle Anpassungen« zusammenfasste.

In dieser Schrift wurde zugleich dargelegt, dass das Vermögen der Selbstregulation auf alle organischen Hauptfunktionen ausgedehnt werden und als eine allgemeine charakteristische Grundeigenschaft der Lebewesen aufgefasst werden muss.

Als ich danach auf experimentellem Wege nach den nächsten Ursachen embryonaler Entwickelungsvorgänge, also nach den direkten Ursachen der typischen organischen Gestaltungen, suchte und dabei Störungen am Ei und Embryo setzte, zeigte sich, dieser Auffassung entsprechend sogleich, dass die Vorgänge der embryonalen Entwickelung keineswegs durchaus fest normirt, also typisch zu verlaufen brauchen, um zu typischen Produkten zu führen. Es ergab sich die Unrichtigkeit der sehr verbreiteten Vorstellung, dass die

Ontogenese entweder normal verlaufe und zu normalen Endprodukten führe, oder bei gestörtem Verlauf Missbildungen zeitige.

Im Gegentheil ergab sich, dass sogar schon die ersten, die allgemeinsten Gestaltungen bestimmenden Vorgänge, wie z. B. die von mir ermittelte Bestimmung der Medianebene durch die Kopulationsrichtung des Sperma- und Eikerns, resp. durch die Symmetrieebene der Anordnung der verschiedenen Dottersubstanzen (Born, Roux) sehr leicht vom Normalen abgelenkt werden können, ohne dass die Entwickelung aufgehoben wird oder zu abnormen Produkten führen muss.

Ferner fand ich, dass, wenn bei abnormer Anordnung des braunen Dotters beim Froschei (in Folge von künstlicher Erhaltung des Eies nach Pflüger in abnormer Lage) die erste Furche eine schiefe Stellung zur Symmetrieebene der oberflächlich sichtbaren Dotteranordnung erhalten hat, diese Dotteranordnung nachträglich zur normalen Gruppirung gegen diese oder die nächste (rechtwinkelig zu ihr stehende) Furche umgearbeitet wird; des Weiteren, dass die typische Reihenfolge der ersten Eitheilungen, welche normaler Weise zugleich durch besondere Stellung zur Dotteranordnung charakterisirt sind, ohne Nachtheil für das Ergebnis der Entwickelung in hohem Maße gestört sein kann, dass z. B. die zweite Furche vor der ersten, die dritte (erste wagrechte) nach der normalen vierten (dritten senkrechten) Furche gebildet werden kann.

Ferner können sich ohne Nachtheil die Furchungszellen aus ihrer normalen Stellung zu einander hochgradig verschieben; solches geschieht, wie schon bekannt, aber für typisch gehalten war, schon mit den ersten vier Zellen gegen einander unter Bildung der sogen. Brechungsfurche, ferner nach der dritten Eitheilung, indem die vier oberen Furchungszellen sich gegen die vier unteren (bis zu 45°) verschieben, um von den späteren Verschiebungen von Zellen über die Medianebene und dgl. hier zu schweigen.

Das Ei kann auch während und nach der Furchung hochgradig deformirt werden, gleichwohl aber sich »so normal entwickeln, als wenn der ältere Embryo erst nach Anlage seiner Organe so verbogen worden wäre« (Ges. Abhandl. II. pag. 926).

Manche der in abnormer Zwangslage gehaltenen oder deformirten Eier bilden dabei aber doch zunächst kleine Abnormitäten aus, nämlich lokale Auswüchse, die aber später wieder schwinden, ein Zeichen erst späteren vollkommeneren Ausgleichs einer früher nicht ganz bewältigten Störung (II. pag. 925).

»Es illustrirt sehr die Sicherheit und Selbstregulation im

Ablaufe der Entwickelungsmechanismen, dass die ,befruchteten' Eier grobe Deformationen, Erschütterungen und große Substanzverluste erfahren können, ohne dass dadurch ihre Entwickelungsfähigkeit aufgehoben oder in falsche Bahnen gelenkt wird; während bei den unbefruchteten, unthätigen Eiern der genannten Species schon sehr geringe mechanische Einwirkungen die Entwickelungsfähigkeit vernichten« (II. pag. 360).

Um noch einiges Wesentliche zu erwähnen, so leitete ich, entgegen PFLÜGER's Auffassung, dass bei zwangsweiser Erhaltung der Froscheier in fast umgekehrter Lage die von ihm angenommene, durch die Schwerkraft bestimmte normale Entwickelung stattfinde, die hierbei erfolgende Entwickelung von einer Selbstregulation, nämlich von der Umordnung des Dotters und Eikerns zur annähernd normalen Anordnung ab, was gleichzeitig von G. BORN durch direkte Untersuchung bestätigt wurde.

Ferner erkannte ich, dass nach Störung der einen der beiden ersten Furchungszellen des Froscheies durch Anstechen mit einer heißen Nadel diese Zelle sowohl dauernd wie auch nur vorübergehend von der Entwickelung ausgeschlossen werden kann, ohne die Entwickelung der anderen Eihälfte aufzuheben oder zu verzögern. Bei vorübergehender Aufhebung der Entwickelung der operirten Furchungszelle wird sie später noch in Zellen zerlegt, aber nicht auf die normale Weise, d. h. sie wird nicht erst in 2, dann in 4, 8, 16 Zellen etc. getheilt; sondern, nachdem viele Kerne in ihr vertheilt worden sind, zerlegt sie sich in viele Zellen zugleich, wonach dann eine verspätete, aber sehr rasch verlaufende weitere Entwickelung sich anschließt, die die bisher fehlende Hälfte des Embryo producirt (Postgeneration). Ist die gestörte Hälfte gar nicht mehr verwendbar, so erfolgt gleichwohl, aber viel später als im vorigen Falle, eine Postgeneration der fehlenden Hälfte, und zwar jetzt rein innerhalb der anderen, zunächst auf normale Weise für sich zu einem halben Embryo entwickelten Eihälfte, und zwar unter Umdifferenzirung schon differenzirter Theile zu den neuen Theilen der zweiten Hälfte.

Diese Thatsachen veranlassten mich zu der Formulirung des Satzes, dass die Produkte der individuellen Entwickelung konstanter sind, als die Arten ihrer Herstellung.

Da man am Anfang einer zur normalen Zeit stattfindenden Laichperiode des Frosches eine der beiden ersten Furchungszellen des Froscheies kaum für sich allein (also ohne das ganze Ei zu tödten)

so sehr stören kann, dass sie nicht sehr bald noch in die Entwickelung einbezogen wird, während dies am Ende der Laichperiode leicht gelingt (und sogar von selber vorkommt), so habe ich geschlossen, dass am Ende der Laichperiode die Selbstregulationsmechanismen sehr geschwächt sind, so dass man zu dieser Zeit die Leistungen der typischen Entwickelung der überlebenden Zelle studiren kann (II. pag. 461), und habe weiterhin gefolgert: »Es scheint, dass die Mechanismen der ‚morphologischen Selbstregulation' leichter geschädigt werden, als die Mechanismen der typischen Entwickelung« (II. pag. 1010).

Auch die Gewöhnung an Gifte (Ges. Abh. I. pag. 235, 539, 656, 659; II. pag. 223) und die Umänderung des Organismus durch längere Hungerperiode zu einer Sparmaschine (Ges. Abh. I. pag. 236, 658; II. pag. 224) stellen Selbstregulationen dar, die, wie ich gezeigt habe, durch innere Umzüchtung, durch Ausmerzung aller in diesen neuen Verhältnissen nicht dauerfähigen Zellen sich vollziehen kann; dessgleichen theilweise nach Überstehung einer Infektionskrankheit die Immunität gegen erneute Erkrankung an derselben Affektion (I. pag. 147, 235, 656; II. pag. 223).

Auf Grund solcher Thatsachen von Selbstregulationen habe ich von Anfang meiner Forschungen an den organischen Selbstregulationen viel Beachtung geschenkt und mich mehrfach in allgemeinen theoretischen Erörterungen darüber ergangen.

Die anschließenden Experimente anderer causaler Forscher wie H. Driesch, T. H. Morgan, C. B. Wilson, Zur Strassen, G. Wolff, A. Herlitzka, J. Loeb, A. Fischel u. A. führten vielfach zu entsprechenden Ergebnissen. So wurde erkannt, dass schon vom Beginne der Ontogenese an ein hochgradiges Vermögen zu gestaltlichen Selbstregulationen, welches den Ausgleich sehr mannigfacher Störungen der Entwickelungsvorgänge bewirkt, vorhanden ist. Dies Vermögen trat sogar in einer für unsere zunächst auf die Erforschung der normalen Entwickelungsvorgänge gerichteten Bestrebungen höchst störenden Weise hervor und hatte zur Folge, dass die Forschung mehr und mehr von dieser letzteren, eigentlich zuerst zu lösenden Aufgabe ab- und mit Gewalt auf das Studium der morphologischen Regulationen hingelenkt worden ist, und dass daher in diesem Archiv fast mehr über Regulationen als über Normales gehandelt wird. Zugleich sind dadurch auch die theoretischen Erörterungen in eine nach meiner Meinung dem jetzigen Stande unseres Wissens resp. Nichtwissens nicht entsprechende Bahn gelenkt worden, in so fern manche Forscher

versuchen, die Probleme der Regulation der organischen Gestaltungsvorgänge schon jetzt zu lösen, bevor wir das Wesentlichste von den Problemen der durch sie abgeänderten typischen Gestaltungsvorgänge erkannt haben. Da dies natürlich nicht möglich ist, so führen diese Bestrebungen die betreffenden Forscher zu teleologischen Auffassungen von dem Wesen der Regulationen und des Organischen überhaupt. Manche Forscher verschließen in Folge der überwiegend hervortretenden Regulationen ihre Augen ganz oder möglichst vor den daneben, zumal bei den niederen Thieren, nur schwer zu erhaschenden Zeichen der typischen Entwickelung.

Aus den angegebenen Gründen sind die organischen Selbstregulationen in den beiden letzten Decennien immer mehr Gegenstand allgemeiner Beachtung geworden und viele Forscher haben sich meiner Auffassung angeschlossen und erkennen in diesem Regulationsvermögen jetzt eine charakteristische Grundeigenschaft der Lebewesen. Die Versuche zur Erklärung dieses Vermögens bilden zur Zeit einen Brennpunkt biologischer und naturwissenschaftlich-philosophischer Betrachtungen und Diskussionen. Dabei werden von manchen Seiten die Leistungen der Regulationen ins Universelle übertrieben, obschon wir doch allenthalben an ihre quantitativen und qualitativen Grenzen stoßen.

Den Lesern dieses Archivs ist bekannt, dass auch unser als experimenteller Forscher sehr verdienter Mitarbeiter H. DRIESCH diesen Problemen seit Jahren seine Thätigkeit nach beiden Richtungen hin gewidmet hat, theoretischerseits sogar in dem Maße, dass für ihn die typische Entwickelung (meiner Definition, s. u. pag. 622 u. f.) in ihren Besonderheiten gar nicht zu existiren scheint, sondern dass nur regulatorische Entwickelungsweisen vorkommen. Daher glaubt er alles für die typische Entwickelung Aufgestellte nur nach seiner Leistungsfähigkeit zur Erklärung der regulatorischen Entwickelung beurtheilen zu müssen und kommt in Folge dessen natürlich zu ganz unzutreffenden Urtheilen.

Den Einzelleistungen über die Regulationen hat dieser Autor jüngst eine zusammenfassende Schrift unter dem Titel: Über die organischen Regulationen[1]) folgen lassen, auf die wir unsere Leser noch an anderer Stelle hinweisen.

Da DRIESCH in dieser bedeutsamen Monographie, von zwei Details abgesehen, von meinen vorstehend angedeuteten Ergebnissen und Auffassungen über die organischen Selbstregulationen nichts mittheilt

---

[1]) Leipzig 1901. W. Engelmann. 228 S.

und die bezüglichen einzelnen Schriften ebensowenig wie meine gesammelten Abhandlungen im Litteraturverzeichnis aufführt, so will ich nachstehend meine Äußerungen über diesen Gegenstand etwas in Erinnerung bringen. Denn eine solche Übergehung in einer sonst reich mit Litteraturhinweisen ausgestatteten Monographie hat bekanntlich die Folge, dass jeder spätere Autor annimmt, die nicht genannten Autoren hätten nichts Erwähnenswerthes auf diesem Gebiete dargeboten, so dass sich an eine einmalige Übergehung oft eine ganze Reihe derselben anschließt. Diejenigen Leser, welche sich genauer informiren wollen, als es hier geschieht, ersuche ich, die Stichworte Selbstregulation, Regeneration, Postgeneration und Anpassung im Sachregister meiner gesammelten Abhandlungen nachzuschlagen; unter ersterem Stichwort finden sie freilich die etwas große Zahl von 56 einzelnen Hinweisen.

Als ich vor mehr als 20 Jahren versuchte, mir über das Wesen des Organischen klar zu werden, legte ich zunächst die überlieferte Kenntnis der allgemeinen Funktionen: der Assimilation, Dissimilation, Selbstbewegung, Reflexbewegung und Vermehrung der Definition zu Grunde und betonte, dass die Organismen (von den äußeren Vorbedingungen abgesehen) alles für sie Nöthige sich selber produciren, dass sie Selbsterhaltungsgebilde sind.

Da diese Selbsterhaltungsgebilde nun sowohl in ihrer Gesammtheit, wie auch in den einzelnen Species schon viele Jahrtausende andauern, so mussten sie in sich selbst die Bedingungen zu dieser großen Dauerfähigkeit enthalten, und ich setzte an Stelle des für sie geschaffenen Begriffes der **Zweckmäfsigkeit** den der **Dauerfähigkeit.**

Die Organismem mussten, um dauerfähig zu sein, an ihre umgebenden Verhältnisse angepasst sein. Da aber diese äußeren Umstände, wie Nahrungsmenge und -Qualität, Wärme etc. vielfachem Wechsel unterliegen, mussten die Lebewesen, um dauern zu können, auch dem Einflusse dieses Wechsels sich anpassen können, sie mussten also die Fähigkeit der Selbstregulationen haben. Ich behandelte zunächst die Selbstregulation der einfachen Erhaltungs- oder Betriebsfunktionen im Zusammenhang, dann gelegentlich die Selbstregulationen der Gestaltungsfunktionen.

»So muss (Ges. Abh. I. pag. 400—403) bei stärkerem Verbrauche das Bestreben, Nahrung aufzunehmen und die Fähigkeit sie zu assimiliren, gesteigert sein, statt durch die Verminderung des Stoffes geschwächt zu werden. Die ,Dauerprocesse' müssen Hunger haben.

Dieses Wort ist hier natürlich nicht als eine bewusste Empfindung, sondern in der Bedeutung einer stärkeren chemischen Affinität zur Nahrung bei stärkerem Nahrungsbedürfnis aufzufassen. Also die Nahrungsaufnahme und die Assimilation müssen der ‚Selbstregulation' unterliegen, wie wir das auch schon in der einfachsten Weise bei der Flamme verwirklicht sehen[1]).

»Das Gleiche muss von der Ausscheidung des Verbrauchten gelten. Fände diese Ausscheidung unabänderlich gleichmäßig statt, so würde bei stärkerem Verbrauch Anhäufung des Veränderten eintreten; und da die Ausscheidungsprodukte stets Differentes von dem Organismus, im günstigsten Falle einfach Unbrauchbares darstellen, würden sie mindestens durch ihre Anwesenheit hemmen; oder, da sie chemisch nicht indifferent sind, werden sie die Lebensprocesse direkt chemisch stören. Also auch die Ausscheidung muss der ‚Selbstregulation' durch das Bedürfnis unterworfen sein, wofür wir wiederum das einfachste Beispiel in der Flamme haben. Je rascher sich die Flamme verzehrt, um so mehr bildet sie Hitze, um so mehr assimilirt sie, um so rascher findet aber auch

---

1) Bezüglich der Assimilation äußert DRIESCH die Meinung (pag. 146): »Nie finden wir eine wahre Assimilation, ein ‚sich selbst Angleichen'. Ja, was uns besonders verwundert: wir finden nie eine Verwunderung darüber geäußert, dass sich solche nie findet.«

Daher bringe ich in Erinnerung zunächst, dass ich (Ges. Abh. II. pag. 76—79) Selbstassimilation (dementsprechend Selbstwachsthum oder aktives Wachsthum) und Fremdassimilation (passives Wachsthum z. B. der Stärkekörner) unterscheide. Als Unterabtheilungen sind zu nennen die generative und reparative Assimilation, die beide die morphologische Assimilation darstellen, welche die organischen Maschinentheile producirt, während die funktionelle Assimilation nur das Betriebsmaterial herstellt (Ges. Abh. II. pag. 1022).

Bezüglich der ersten sagte ich (Ziele und Wege der Entwickelungsmechanik. MERKEL-BONNET's Ergebnisse der Anatomie und Entwickelungsgeschichte 1892. Bd. II. pag. 432. Ges. Abh. II. pag. 76—79), »dass es Selbstassimilation im ‚analytischen' Sinne, also in dem Sinne, dass jeder ‚einzelne Theil' eines ‚kleinsten', vollkommener Selbstassimilation fähigen Stückchens lebender Substanz ihm selber gleiche Einzeltheile bilde, nicht giebt, sondern dass jeder assimilirende Einzeltheil an der Bildung ihm selber nicht gleichender Substanz betheiligt ist, und dass erst ein gewisser Komplex von Einzeltheilen, welche auf diese Weise neu gebildet worden sind, dem Komplexe aller an dieser Bildung betheiligten Einzeltheile wieder gleicht«.

DRIESCH kann daraus ersehen, dass ich mich nicht bloß »gewundert«, sondern auch nach einer Möglichkeit der Ableitung der Assimilation im Ganzen trotz der Unmöglichkeit im analytischen Geschehen gesucht habe. Über die Schwierigkeiten der Vorstellung der morphologischen Assimilation s. ferner unten pag. 625 und 631.

durch die Verminderung des specifischen Gewichts die Abfuhr der Endprodukte des Stoffwechsels statt.«

Ebenso wie von den reinen Assimilationsprocessen können auch von den mit besonderen Leistungen verbundenen Processen bloß solche sich erhalten, welche mit Selbstregulation im Ersatze arbeiten, aus den dort angeführten Gründen.

»Die Abhängigkeit der Assimilation von dem Umsatz kann eine doppelte sein: entweder ist sie direkt abhängig von dem funktionellen Reize, indem dieser zugleich auch auf die Assimilation erregend, steigernd wirkt, oder indirekt, indem die Produkte des durch Reiz beschleunigten Stoffwechsels in irgend einer Weise die Assimilation anregen (was Driesch jetzt gleichfalls vertritt).

»Mag nun die Abhängigkeit der Assimilation von dem Reize eine direkte oder indirekte sein, so ist für uns wichtig der Grad dieser Abhängigkeit.

»Einmal kann während der Unthätigkeit die Assimilation ruhig weiter laufen, während der Thätigkeit aber und nach derselben noch eine Zeit lang erhöht sein. Diese Art Processe wird sehr erhaltungsfähig sein; und ich glaube, dass sie sehr verbreitet ist, dass sie vielleicht bei den niederen Thierstufen die allgemeine, die herrschende ist [während sie bei den höheren Thieren normaler Weise nur in der ,embryonalen Periode' (letztere Bezeichnung hier in dem von mir besonders definirten Sinne gebraucht, siehe Ges. Abh. I. pag. 348 und unten pag. 649) vorkommt, oder bei Theilen derselben, welche abnormer Weise ,embryonal' geblieben sind und Geschwülste bilden][1]. Diese Processe sind daran kenntlich, dass sie zwar stärkere Leistungen auszuhalten vermögen, aber bei längerer Ruhe nicht der Inaktivitätsatrophie unterliegen, da sie auch während derselben assimiliren. Beseitigung für das Individuum überflüssig gewordener Theile kann also hier bloß auf die langsame Weise der Auslese unter den Individuen aus beliebigen Variationen nach Darwin stattfinden.

»Ist dagegen der Process derartig, dass für ihn der Reiz unentbehrlicher Lebensreiz geworden ist, ohne dessen Einwirkung nicht nur nicht die Leistung, sondern auch nicht die Assimilation gehörig vor sich geht, so wird dieser Process bloß dann

[1] Die in eckigen Klammern [ ] eingeschlossenen Theile wurden gelegentlich des zweiten Abdrucks in meinen gesammelten Abhandlungen im Jahre 1894 hinzugefügt.

Chancen der Erhaltung haben, wenn dieser Reiz sehr oft einwirkt, wenn die Kräftigung fort und fort erfolgt, und die Überkompensation nach der Thätigkeit groß genug ist, um auch während der Ruhe längere Zeit auszuhalten. Es wird auch nöthig sein, dass schon die häufiger vorkommenden schwächeren Reize die Assimilation zu erregen im Stande sind. Bei dauerndem Fehlen des Reizes wird in Folge der mangelnden Erregung der Assimilation Inaktivitätsatrophie eintreten, bestehend in ungenügendem Wiederersatz des ohne Funktion allmählich Verzehrten.

»Diese Art Process ist somit an bestimmtere Existenzbedingungen gebunden, als die vorige, und wird daher von beschränkterem Vorkommen in der ganzen Thierreihe, und eventuell auch im einzelnen Organismus sein.

»Aber sie hat Eigenschaften, welche ihr im Kampf ums Dasein einen großen Vorzug geben. Sie stellt innerhalb der vollkommensten ‚Selbstregulation' der Leistungsfähigkeit zugleich die größte Sparsamkeit mit dem Material dar, indem diejenigen Theile, welche gebraucht werden, immer nach dem Maße ihres Gebrauches gestärkt und vergrößert werden, während die nicht mehr gebrauchten der Rückbildung verfallen, und das Material für ihre Erhaltung erspart wird. Diese Art der Processe stellt somit die höchste Ökonomie dar bei der höchsten Leistungsfähigkeit des Ganzen, aber auf Kosten der Selbständigkeit der Theile, die hier vollkommen aufgehört hat. Die Theile leben hier bloß von der Funktion, welche sie dem Ganzen leisten; sie sind wie Staatsdiener, welche allmählich vollkommen bloß Beamte geworden sind, gar keine Interessen mehr für sich haben, sondern vollkommen in dem Dienste aufgehen, und ohne denselben nicht mehr leben können, nach der Pensionirung sofort atrophiren, wie es bei alten Beamten so häufig der Fall ist. Und man braucht sich nicht zu begnügen zu sagen: sie sind ‚wie solche Beamte', sondern auch umgekehrt, derartige Beamte sind solche an eine Verrichtung vollkommen angepasste Processe, wie denn der Mensch im Allgemeinen fast in allen seinen Theilen nach den Darlegungen der vorliegenden Schrift zu diesen Processen gehört.

»Solche Verhältnisse finden sich wohl bloß bei den höheren Organismen, und bilden das charakteristische Merkmal derselben gegenüber den niederen, in denen die Theile auch noch für sich, ohne funktionellen Reiz leben können und leben.

»Dieses ungleiche Verhalten ist die Begründung des bekannten

Satzes: ‚Die höheren Thiere essen, um zu leben, die niederen Thiere leben, um zu essen und zu wachsen.‘ Oder in anderen Worten: die niederen Organismen sind Fress- und Wachsthumsmaschinen, die höheren sind Arbeitsmaschinen. Auch in Bezug auf dieses Verhalten wiederholt jedoch das Individuum der höheren Thiere in seiner Entwickelung die phylogenetische Stufenfolge, indem es in der ‚embryonalen Periode‘ (siehe pag. 348) sich wie ein niederes Thier verhält.]

»Wenn wir auf den Gesammtcharakter aller dieser lebenswichtigsten Eigenschaften zurückblicken, so ist es der der ‚Selbstgestaltung‘ des zur Erhaltung Nöthigen, respektive der ‚Selbstregulation‘, und zugleich der Überkompensation im Ersatze des Verbrauchten.

»Assimilation, Überkompensation in der Assimilation über den Verbrauch und ‚Selbstregulation‘ in allen Verrichtungen sind also die Grundeigenschaften und die nöthigen Vorbedingungen des Lebens. Mögen die Processe im Laufe der weiteren Differenzirung noch so komplicirt geworden sein, diese Charaktere müssen erhalten sein, und müssen bei allen neuen Bildungen überall wieder vorkommen, denn sie allein sind die Bürgen der ‚**Dauerfähigkeit**‘ im Wechsel der Verhältnisse (siehe auch Ges. Abh. II. pag. 58).

»Die ‚Selbstregulationsfähigkeit‘ kann eine mehr oder minder große sein, je nach der Konstanz oder Variabilität der Verhältnisse; und die Überkompensation im Ersatze kann sich auf eine bestimmte Lebensperiode beschränken und danach aufhören, sowohl für die einzelnen Gewebe, als in der Bildung von Geschlechtsprodukten. Immerhin bleiben sie die nöthigsten und charakteristischsten Eigenschaften alles Organischen, die wesentlichen Vorbedingungen des Organischen (l. c. pag. 405).

»Die Häufung dieser ‚Selbstregulationen‘ in dem Vollzug aller Leistungen und die wenigstens zeitweilige Überkompensation in dem Ersatz des Verbrauchten bei den Leistungen der Organismen und die Ausbildung dieser beiden Fähigkeiten bis zur höchsten Nützlichkeit für die Selbsterhaltung, somit die momentane ‚rein funktionelle‘ und die dauernde ‚morphologische funktionelle Anpassung‘ bilden neben der Assimilation als Grundeigenschaft **die wesentlichsten Charakteristica alles Lebenden.** Von den verschiedenen ‚Leistungen‘ der Organismen kommen einige jedem Lebewesen mindestens temporär zu: die Reflexbewegung (respektive die scheinbare Selbstbewegung) und die Selbsttheilung; diese

speciellen Leistungen dürfen also auch mit zum Wesen des Organischen gerechnet werden. Von einer anderen Art von Leistungen, den seelischen Funktionen ist ihr allgemeines Vorkommen noch nicht nachgewiesen, daher sie vorläufig nicht zum Wesen des Organischen gerechnet werden können; umgekehrt ist aber diese Funktion, wo sie vorkommt, als die höchste organische Leistung aufzufassen.

»Das Anorganische wird nur durch die äußeren Bedingungen erhalten, und hört mit dem Wechsel derselben sofort in seiner bisherigen Natur auf. Gebilde, die im Gegensatze dazu bei diesem Wechsel sich selber erhalten sollen, wie die Organismen, müssen sich selber zu reguliren vermögen um bestehen zu können; und dies weiterhin auch desshalb, weil ihre sonstigen Eigenschaften zu komplicirte sind, um einmal zerstört in Kürze wieder von Neuem durch Zufälligkeit angelegt, und dann zu höheren Graden gezüchtet werden zu können. Wenn ein solches Gebilde im Wechsel der Verhältnisse gleichmäßig fortgehen will, geht es einfach zu Grunde. Das ist nichts Neues, im Gegentheil eine nur zu bekannte, zu oft erfahrene Thatsache; und es gilt ebenso für die Theile wie für das Ganze; wie alle Grundbedingungen und Grundeigenschaften in gleicher Weise für die Theile wie für die Ganzen zutreffen, denn das Ganze besteht bloß aus den Theilen. Jedes muss sich an die Verhältnisse anpassen können, und das ist bloß möglich durch die ‚Selbstregulation', indem die geänderten Verhältnisse andere, dem Ganzen nützliche Funktionsgrade auslösen.

»In Folge des steten Wechsels der äußeren Verhältnisse ist die ‚Selbstregulation' die Vorbedingung und das Wesen der ‚Selbsterhaltung', der Erhaltung aus eigenen Kräften. Mit den Grenzen der Selbstregulation hat auch die Selbsterhaltung ihre Grenzen« (l. c. pag. 407).

Seit diesen Darlegungen ist außer dem früher schon verwendeten Angepasstsein der Organismen an ihre äußeren Verhältnisse auch die Fähigkeit der Anpassung an den Wechsel derselben, ist die Selbstregulation als eine Grundeigenschaft des Organischen in mehrere Definitionen übergegangen, meist aber ohne Bezugnahme auf die vorstehenden Darlegungen. Auch GUST. WOLFF sind diese Darlegungen unbekannt geblieben, und er glaubte in der Hauptsache dasselbe als ihm eigenthümlich mittheilen zu können[1].

---

[1]) Biolog. Centralbl. Bd. XIV. pag. 618. 1894.



Ich habe dann den Unterschied meiner Auffassung von der oben erwähnten Auffassung PFLÜGER's betont, da meine Auffassung der Regulationen »die Grundlage der den Organismen innewohnenden fortschreitenden Vervollkommnungsfähigkeit ist, während diejenige PFLÜGER's bloß eine für sehr viele Fälle eingerichtete Stabilität« bezeichnet (I. pag. 409).

»[Außer den Selbstregulationen in den hier vorwiegend besprochenen Erhaltungsfunktionen des schon Gebildeten muss es auch Selbstregulationen bei den Gestaltungsfunktionen, also bei den Entwickelungsfunktionen, geben. Diese müssen schon mit dem Beginne der individuellen Entwickelung ja schon bei der ‚Vorentwickelung' (siehe II. pag. 74 und 280) in Thätigkeit treten können, um durch den Wechsel der äußeren Verhältnisse bedingte Störungen auszugleichen. Es wird eine der wichtigsten Aufgaben der causalen Morphologie sein, auch diese gestaltenden Selbstregulationen neben denen der morphologischen funktionellen Anpassung zu ermitteln (siehe l. c. I. pag. 409; II. pag. 980).]«

Mit diesen Darlegungen ergab sich mir zugleich (I. pag. 421) eine »Möglichkeit der **Entstehung des ersten, niedersten Lebens**, nämlich die der nach einander erfolgenden, also **‚successiven' Selbstzüchtung der ‚niedersten' Processeigenschaften** des Lebens (mit der Assimilation beginnend, und danach auf Überkompensation in derselben und Reflexbewegung sich ausdehnend) aus geeigneten zufälligen Variationen des Erdgeschehens im Laufe sehr großer Zeiträume, wobei jede einzelne Eigenschaft auch selber allmählich zu immer größerer Vollkommenheit sich auszüchten konnte«.

Auf Grund der Eingangs angedeuteten experimentellen Erfahrungen habe ich dann aus analytischen Gründen zwei verschiedene Arten der individuellen Entwickelung unterschieden, da wir die Vorgänge beider schon als wesentlich verschieden erkannt haben (Ges. Abh. II. pag. 842, 982 u. Nr. 33): die typische Entwickelung, bei welcher, wenn sie ganz rein vorkäme, bei allen Individuen derselben Species Alles ganz gleich verlaufen würde und die regulatorische (s. atypische). Da aber immer etwas anders ist in jedem Einzelfall, wie ja auch die Endprodukte, die Individuen, etwas innerhalb der Norm verschieden sind, so habe ich zur »normalen« Entwickelung noch die in der freien Natur gewöhnlich vorkommenden Variationen hinzugerechnet, obschon sie von den typischen abweichende Entwickelungsmechanismen in Thätigkeit setzen. Typische und normale Entwickelung sind also keineswegs indentische Begriffe.

Die Regulationen nach »besonderen« Störungen hat DRIESCH sekundäre Regulationen genannt, während er für die von mir zur normalen Entwickelung gerechneten Regulationen den Ausdruck primäre Regulationen gebraucht und statt typisch »absolut normal« sagen will.

Von der typischen Entwickelung sage ich am Schlusse (Ges. Abh. II. pag. 980) um dies nochmals zu betonen:

»Dieselbe kommt aber ganz rein für sich wohl nicht vor (siehe I. pag. 224; II. pag. 904 u. 911); denn schon die geringsten Abweichungen, wie z. B. die so häufigen Verschiebungen der Furchungszellen (s. II. pag. 111 u. 911), die als Folgen des mechanischen Bestrebens die Oberflächenspannung der Zellen zu vermindern, stattfinden, wecken und aktiviren neue Mechanismen: die Mechanismen der Selbstregulation[1]). Wenn diese letzteren in Thätigkeit treten, werden die abnorm gelagerten, oder abnorm beschaffenen Theile unter die regulatorisch differenzirenden Wirkungen ihrer Umgebung gestellt.

»,Diese' Regulationsmechanismen werden geweckt durch jede ,Störung' des normalen Zustandes: durch abnorme Lagerung, durch zeitlich oder qualitativ abnorme Veränderung, oder durch Defekt von Theilen (siehe pag. 904—912). Wenn es eine Entwickelung ohne jede Variation, eine bis in alle kleinsten Vorgänge hinein typische Entwickelung eines Eies gäbe, würden bei diesem Ei die Selbstregulationsmechanismen nach meiner Meinung gar nicht in Thätigkeit treten (wohl aber natürlich die typischen differenzirenden Korrelationen).

»Da jedoch das Ei bei seiner Entwickelung von äußeren Bedingungen abhängig ist, indem es theils Ruhe (Schutz vor mechanischen Einwirkungen), theils umgekehrt Erschütterung (manche Fischeier), ferner Zufuhr von Wärme, Sauerstoff und anderer Nahrung braucht, so ist schon durch das ,Variiren' dieser Faktoren eine Bethätigung der Selbstregulation auch bei der sogenannten ,normalen' Entwickelung in gewissem, aber geringem Grade nöthig, ganz abgesehen von kleinen Unvollkommenheiten der direkten Entwickelung selber (siehe I. pag. 220).

»Und eben desshalb, weil nie ,vollkommen' typische

1) » Da auch der physiologische Tod der Gewebsbestandtheile wohl nicht typisch, d. h. für jede einzelne Zelle etc. zu von Anfang der Ontogenese an normirter Zeit stattfindet, so muss auch der Ersatz derselben, die physiologische Regeneration (sog. Reparation) atypisch, also auf dem Wege der Selbstregulation vor sich gehen.]«



Entwickelung möglich war, konnten zunächst bloß solche Lebewesen entstehen, welche von Anfang ihrer Entwickelung an dieses Regulationsvermögen besaßen (siehe pag. 911); bei den meisten niederen Thieren ist dies in dem Maße vorhanden, dass nach Zerstörung einer der beiden Furchungszellen diese Selbstregulationsmechanismen sehr bald geweckt werden, und dadurch entsprechend bald, bei einigen (z. B. Amphioxus) scheinbar sogleich, das ‚Ganze' wieder hergestellt wird.

»Je mehr aber bei den höheren Organismen die Entwickelungsmechanismen fester geworden sind, und je mehr Selbstschutz vor Störungen durch Mitgabe von Nahrungsdotter, durch eine schützende Hülle oder zuletzt durch Einschluss in den Mutterleib, und mit diesem Sicherung einer konstanten Temperatur, Nahrung und Schutz vor äußeren Einwirkungen erlangt worden ist, um so mehr tritt der Antheil der ‚Selbstregulation' auf den frühen Stufen der individuellen Entwickelung gegen die ‚Selbstdifferenzirung' einzelner Theile zurück[1]).

»Dies ist bei den am meisten geschützten Embryonen: der Säuger in so hohem Maße der Fall, dass bis fast zur normalen Geburt gereifte Halbbildungen (ROUX, ECKHARDT [II. pag. 828]), und reife Embryonen mit anderen großen Defekten, der Acormus und der Acephalus entstehen; ferner gehören hierher der Amorphus und die Teratome, letztere beiden wegen ihrer oft normal gestalteten, weit entwickelten isolirten Organe.

»Alle diese thierischen und menschlichen Defektmissbildungen der Mammalia legen unzweideutiges Zeugnis dafür ab, dass die Postgeneration resp. Regeneration, also die ‚Selbstregulation', oder die ‚regulirenden Wechselbeziehungen' bei diesen Lebewesen nur in sehr unvollkommener Weise thätig sind, dass dagegen die ‚Selbstdifferenzirung, auf früher oder erst auf späterer Stufe isolirter Theile (des Eies resp. des Embryo) eine sehr große ist« (II. pag. 982).

Diese häufigen »Variationen« der Entwickelung halte ich für den Grund der phylogenetischen Züchtung der regulirenden differenzirenden resp. umdifferenzirenden Wechselwirkungen (siehe II. pag. 911 u. 981).

---

[1]) »[Obschon also nie ein Individuum ganz allein durch die ‚typische' Entwickelung entsteht, so muss diese Art der Entwickelung doch möglichst streng von der regulatorischen Entwickelung geschieden werden, da die Processe beider wesentlich verschieden sind.]«



Die typische Entwickelung dagegen vollzieht sich in viel höherem Maße mit Selbstdifferenzirung einzelner Zellen resp. Zellkomplexe.

»In Folge der differenzirenden Korrelationen ist es natürlich vielfach von der ‚Lage‘ der Zellen zu anderen Zellen abhängig, was aus ihnen wird.« »[Oder mit anderen Worten: das Schicksal nicht ganz selbstdifferenzirungsfähiger, sondern irgendwie der abhängigen Differenzirung unterliegender Zellen ist eine ‚**Funktion der Lage**‘ dieser Zellen zu anderen, auf sie differenzirend wirkenden Zellen (II. pag. 913).]«

Die jetzige annähernde Konstanz der Arten leitete ich bereits in meiner Schrift über den Kampf der Theile von Selbstregulationen bei allen Gestaltungsprocessen ab (siehe I. pag. 224 und 332) und sage: »Selbst wenn die neuen Variationen des Keimplasmas durch Vermischung verschiedener für sich schon selbstregulationsfähiger Keimplasmen entstanden war, vermögen wir keinen zwingenden Grund dafür aufzuführen, dass bei solcher Kombination selbstregulationsfähiger Mechanismen auch gleich selbstregulationsfähige neue Mechanismen entstehen mussten. Dabei ist allerdings nicht zu übersehen, dass diejenigen Kombinationen, welche, wie wir zu sagen gewohnt sind, ‚zufälliger Weise‘ solche Eigenschaften von vorn herein besaßen, viel dauerhafter waren und daher energischer gezüchtet werden mussten, als Kombinationen, die die Selbstregulationsfähigkeit erst nachträglich erwerben mussten« (siehe I. pag. 455).

Die morphologische Assimilation, der die größten Räthsel einschließende Grundprocess des Organischen, ist von bewundernswürdiger Vollkommenheit; sie muss bei der steten Änderung der äußeren Umstände also außerordentlich durch Selbstregulationsmechanismen gesichert sein. »Aber absolut Vollkommenes giebt es auch hier nicht« (siehe I. pag. 223), und von der ungenügenden morphologischen Assimilation und Reparation leite ich das typische **Altern** und den schließlichen **Alterstod** ab.

Die von mir für die typische Entwickelung angenommene besondere qualitative Theilung des an ersterer betheiligten Kernmaterials verwandte ich auch zur Ableitung der bei Variationen nöthigen Selbstregulationen, indem ich sagte: »Wenn also die Kerntheilung die Qualitäten richtig von einander zu sondern vermag, so ist für die Entwickelung noch erforderlich, dass diese Sonderungsprodukte in die richtige Lagerung zu den verschiedenen Theilen des Zellleibes und zu den bereits vorhandenen Nachbarzellen gebracht werden (Ges. Abh. II. pag. 316 u. f.).

»Man könnte anzunehmen geneigt sein, dass diese Lagerung schon mit der chronologischen Theilungsordnung in der Weise fest verbunden wäre, dass aus inneren Gründen jede folgende Theilung eine bestimmte Stellung zur Richtung der vorhergehenden Theilung einnähme, wofür das typische Furchungsschema der Thiereier und die Theilungsordnung an dem Vegetationskegel der Pflanzen zu sprechen scheinen.

»Solche starre Ordnung schlösse indessen jede ‚Selbstregulation' aus; und durch einen einzigen Fehler würde die ganze folgende Reihe von Theilungen in eine falsche Bahn gelenkt. Die Thatsachen beweisen indess, dass Furchungsanachronismen ohne Nachtheil ertragen werden. Und es ist, so viel ich weiß, noch keinem Forscher aufgefallen, dass bei größeren Thieren derselben Species die Zellen entsprechend größer seien, als bei Individuen, welche in Folge Nahrungsmangels kleiner geblieben sind; demnach würde die ungleiche Größe der Individuen wohl mit einer ungleichen Zahl von Zelltheilungen in Verbindung zu bringen sein, welche bei dem obigen Modus zu einer sehr wesentlichen Störung führen müsste.

»Es sind nun im Speciellen verschiedene Selbstregulationsmechanismen denkbar. Von diesen werden, meiner Ansicht nach, diejenigen am meisten Wahrscheinlichkeit für sich haben, welche dem vorhandenen Bedürfnis nach Selbtregulation am vollkommensten genügen. Ich vermuthe also sowohl einen qualitativen und zugleich richtenden Causalnexus zwischen der qualitativen Natur der Kern- und der Protoplasmatheilung einerseits, wie auch dieser beiden mit der Beschaffenheit und Lagerung der Nachbarzellen. Letzterer Causalnexus hätte zu bewirken, dass bei einem Überwiegen eines bestimmt ‚qualificirten Sonderungsbestrebens' in einer Zelle von den Nachbarzellen aus bestimmt werde, welche ‚Richtung' die Kernspindel bei dieser Sonderung einzunehmen haben; während vielleicht auch umgekehrt bei einer durch die Lage der Nachbarzellen mechanisch gegebenen Zwangslage für die Kernspindel (s. II. pag. 303) mit der so von der Nachbarschaft bestimmten Theilungsrichtung auch zugleich ein gewisser, wenn auch vielleicht bloß innerhalb prädisponirter Alternativen auswählender Einfluss auf die Qualität der sich vollziehenden Sonderung ausgeübt werden könne.« Für die in höherem Grade atypische Entwickelung habe ich dann noch weitergehende Regulationen dieser Funktionen angenommen.

Im Unterschied zu der typischen Entwickelung (II. pag. 813 u. f.) »stellen die Post- und Regeneration Entwickelungsmodi dar, welchen bei dem gegenwärtigen Stande unserer Erkenntnis, richtiger unserer Unkenntnis, etwas Metaphysisches anhaftet« (s. II. pag. 842, 899). Die Umordnung der Zellen bei der Postgeneration der Semimorula des Echinideneies, des Hemiembryos der Frösche und der Ctenophoren sind im Wesen gleich räthselhafte, ja eher noch weniger räthselhafte Vorgänge wie die Umordnung der Zellen eines aus der ganzen Dicke der Leibeswandung gebildeten beliebig ausgeschnittenen Stückes der Hydra nach TREMBLEY und NUSSBAUM zu einem neuen kleinen Polypen. Bei diesem Polypen ordnen sich die Zellen eines atypisch großen und daher atypisch begrenzten Stückes eines Organismus zu dem typischen ganzen Organismus, sei es ausschließlich durch Umordnung der Zellen des Stückes, sei es unter gleichzeitiger Vermehrung dieser Zellen. Bei unseren Halbbildungen geschieht dasselbe aber von einem in gewissem Sinne typischen, nämlich aus einem der beiden ersten Furchungskugeln abstammenden Theile des Ganzen aus. Immer aber geschieht es unter anderer als der normalen, typischen Verwendung vieler Zellen, also unter Aufbau neuer Theile aus bisher anders verwendeten Bausteinen, in denen dabei jedoch wohl andere idioplastische Bestandtheile in Thätigkeit treten. (Diese Regeneration durch Umdifferenzirung wurde von DRIESCH lange ignorirt, dann bekämpft, jetzt aber ohne Hinweis einfach übernommen.)

»Und es ist zur Zeit fast gleich räthselhaft, ob diese in neuer Weise verwendeten alten Bausteine diesen Aufbau aus eigener Initiative vollziehen, indem jeder Baustein zugleich auch innerhalb gewisser Sphäre Bauleiter im Sinne des Ganzen ist, oder ob eine solche Leitung nur von denjenigen Steinen ausginge, welche etwa noch in ihrer früheren Stellung und Function verbleiben« (Ges. Abh. II. pag. 813 u. f.).

»Diese regulatorischen Thatsachen bei atypischen Vorgängen weisen bei gehöriger Würdigung auf ein inniges Zusammenwirken der Theile zum Ganzen und auf eine große Abhängigkeit der Theile vom Ganzen hin« (II. pag. 41), trotz der ausgedehnten Selbstdifferenzirung bei der typischen Entwickelung (pag. 814—816).

»Das vorliegende Problem wird dadurch seltsam beleuchtet, dass diese wunderbare Leistung nicht die letzte, höchste Blüthe des organischen Gestaltungsvermögens darstellt, sondern dass umgekehrt dieses Vermögen auf niederer Stufe in viel höherem

Grade vorhanden ist als bei den höheren Organismen, wie sie auch bei höherem Alter des einzelnen Individuums abnimmt, so dass im Gegentheil in diesen Perioden das Leben sich immer fester typisch-mechanisch gestaltet.

»Die Entwickelung der höheren Organismen ist also mit einer bestimmteren Mechanisirung der Vorgänge, mit einer Einengung des Lebens in typischere Bahnen verbunden.

»Zwar bethätigt sich auch in uns noch fortwährend fast an allen Stellen das Vermögen der Regeneration unter Ausmerzung des schadhaft Gewordenen und unter seiner Ersetzung durch Neues. Aber wie beschränkt zeigt sich dies Vermögen nach größeren Defekten! Wie ist die Regeneration der Nerven, Knochen, Muskeln der Haut an eng bestimmte Mechanismen gebunden! Wie unvollkommen regenerirt sich hier schon das einzelne Organ; und in wie viel beschränkterem Maße werden erst größere, aus mehreren Organen zusammengesetzte Stücke nacherzeugt!

»Aber eben die Beschränkung der Leistungsfähigkeit dieses anscheinend wunderbaren Vermögens auf bestimmte Mechanismen und auf einen bestimmten unvollkommenen Grad der Leistung bei den höheren Organismen weist darauf hin, dass hier doch nichts Metaphysisches vorliegt.

»Und eben diese Beschränkung und Zerlegung der bezüglichen Vorgänge bei den höchsten Organismen zeigt uns wieder, wie auch andere Thatsachen, dass wir bei den höchsten Organismen in mancher Hinsicht leichter zu übersehende, weil mehr analysirte, am einzelnen Orte einfachere Verhältnisse vorfinden, als bei den niederen Organismen, wo noch alle Funktionen in einem Elemente beisammen sind, zeigt uns, dass wir menschlichen Anatomen also auch vom Standpunkte der ‚analytischen' Forschung aus berechtigt sind, das Studium mit dem Menschen und den Säugethieren anzufangen, freilich unter steter Berücksichtigung der Ergebnisse auf allen übrigen Gebieten biologischer Forschung« (s. II. pag. 36).

»Haben wir die Ansicht gewonnen, dass uns die Thatsachen der Regeneration und Postgeneration auf eine größere Einheitlichkeit unter den Theilen des Organismus hinweisen, als wir trotz der Annahme, dass jede bezügliche Zelle noch einen Theil des ‚Keimplasmas' enthalte, gegenwärtig zu verstehen im Stande sind, so erhält die Entwickelungsmechanik neben ihrer Aufgabe,

die Ursachen der Vorgänge der typischen Entwickelung zu erforschen, in dem Suchen nach der ursächlichen Vermittelung der die typische Einheit des Ganzen auch in mannigfachen neuen Verhältnissen herstellenden, erhaltenden und wiederherstellenden Post- und Regenerationsvorgänge eine weitere große Aufgabe« (II. pag. 816).

»Welcher Art nun die differenzirenden Korrelationen bei der regulatorischen Entwickelung auch sein mögen, so sind wir doch nicht berechtigt, dieselben ohne Weiteres auch der typischen Entwickelung zuzuschreiben, wie es seitens H. DRIESCH's und O. HERTWIG's geschieht, indem sie die nach Defekten am Ei auftretenden Vorgänge nicht von den Vorgängen der typischen Entwickelung sondern. Diese Identifikation ist nach der bei der typischen Entwickelung konstatirten Selbstdifferenzirung der ersten Furchungskugeln unzulässig, obschon die Regeneration der Hauptsache nach unter denselben ,Formen' sich vollzieht, wie sie bei der normalen Entwickelung vorkommen, und obschon gewiss auch mancherlei Bildungsvorgänge beiden Entwickelungsarten gemeinsam sein werden, trotz der bei der Regeneration nöthigen Korrelationen (Ges. Abh. II. pag. 843).«

Obschon diese wesentliche Verschiedenheit der Vorgänge der typischen und der regulatorischen Entwickelung die Ursache meiner Unterscheidung beider war, und obschon ich nur für die typische Entwickelung eine Theorie aufgestellt habe, so erklärt DRIESCH immer wieder seinen Lesern, dass diese Theorie ungeeignet ist, die regulatorischen Vorgänge abzuleiten, ohne aber hinzuzufügen, dass sie auch nicht zu diesem Zwecke, sondern im Gegentheil für die fest normirten Vorgänge der typischen Entwickelung aufgestellt worden ist. Das passt dann natürlich zusammen, wie die Faust aufs Auge; und er glaubt damit meine Theorie widerlegt zu haben.

»Die **atypische** s. regulatorische Entwickelung kann von einem atypisch großen ,Stücke' eines mehr oder weniger ,entwickelten', differenzirten Organismus ausgehen, wobei die Differenzirung bereits ihr höchstes Stadium erreicht haben oder, wie bei der Postgeneration eines zweigetheilten Eies, eben erst begonnen haben kann (s. auch II. pag. 834). Ihr Mechanismus muss in jedem Specialfalle je nach der mehr oder weniger differenzirten Ausgangsbeschaffenheit sowie nach der verschiedenen relativen Größe und Lage des fehlenden Theiles (oder nach der Ausdehnung, ev. Art der sonst stattgehabten ,Störung') ein äußerlich und mehr noch innerlich

verschiedener sein. Die regulatorische Entwickelung hat also atypische Ausgänge, von denen aus sie aber gleichwohl zu typischem[1]) Ende führt. In Folge dieser verschiedenen Ausgänge kann trotz des typischen Endproduktes der Verlauf kein ganz typischer sein; sondern in jedem besonderen Falle müssen seiner Besonderheit angepasste Regulationsmechanismen sich bethätigen« (s. II. pag. 980 u. f.). Diese Anpassung kann nach meiner Vorstellung nur durch, zur Zeit noch unbekannte, Korrelationen vermittelt werden, sei es nun, dass dieselben ausschließlich oder vorwiegend beim Beginne der Re- und Postgeneration, bei der ersten Aktivirung von Idioplassonten oder auch noch in späteren Phasen der Bildung sich bethätigen.

»Da die entsprechenden beiden Vermehrungsarten nicht bloß bei den Metazoen, sondern auch bei den Protozoen vorkommen, so ist das Gleiche wohl auch bezüglich der Entwickelungsarten dieser letzteren der Fall« (II. pag. 844).

Manche Autoren glauben nach O. Hertwig jetzt noch weder an die »Halbbildungen« und die sie producirende »typische Entwickelung« noch an die »Postgeneration« derselben. Ich bin es gewohnt, dass meine Sachen großen Theils erst nach Decennien verstanden resp. mit den Erfolg verbürgender Einsicht nachgemacht werden; aber an der endlichen allgemeinen Anerkennung meiner Beobachtungen hege ich keinen Zweifel. Vervollständigungen sind natürlich zu gewärtigen. Deutungen, Hypothesen und Theorien dagegen sind ihrer Natur nach fortwährender Rektifikation unterworfen. Mögen auch die meinigen recht verbessert werden. Vorläufig aber wird mehrfach das Gegentheil davon versucht.

Ich will bloß noch einige kurze Fassungen geben:

1) Überall wo, sei es auch nur in einem einzigen Falle, aus einem Theil eines Eies (einerlei ob bei An- oder Abwesenheit des anderen, nicht sich entwickelnden Eitheils) ein ersterem entsprechender Theil des Ganzen der folgenden Entwickelungsstadien (z. B. aus einem halben Ei, Hemiembryo, Semigastrula, Semiblastula oder auch nur Semimorula) sicher konstatirt ist, ist typische Entwickelung (und Selbstdifferenzirung dieses Eitheils) erwiesen.

2) Wo solche »Theilbildungen« (sei es mit oder ohne Verwendung von Material des anfänglich von der Entwickelung ausgeschlossenen

---

[1]) [Es ist aber wichtig, dass dieses typische Ende oft doch nicht ganz erreicht wird, sondern dass Fehler, Störungen vorkommen, und dass lebendes Material dabei eliminirt wird, auf welch' letzteres Geschehen besonders M. Nussbaum aufmerksam gemacht hat.]



Eitheils) auf irgend eine Weise früher oder später zu einem größeren Antheil am Ganzen oder zu einem vollen Ganzen weiter gebildet sind, da ist Postgeneration erwiesen. (Auf je früherem Entwickelungsstadium sie stattfindet, um so mehr ähnelt sie der typischen Entwickelung. Ob die spätere Postgeneration ausschließlich auf die von mir angegebenen, am Froschei theils beobachteten theils nur erschlossenen Arten und Weisen geschieht, ist eine sekundäre Frage; es ist auch nicht von mir behauptet worden, dass dies die einzigen Arten sein müssten; und so weit sie bloß erschlossen sind, mögen sie wesentlicher Verbesserung unterworfen werden können, s. o. pag. 627.)

3) Überall wo aus dem Theile eines Eies von vorn herein oder später mehr als der ihm entsprechende Theil des Embryo gebildet wird, ist regulatorische Entwickelung in Thätigkeit getreten.

Meine Erörterung über die denkbare Möglichkeit der ersten Entstehung dieser Regulationen habe ich am kürzesten und im Zusammenhange mit den anschließenden Problemen im Schlusskapitel meiner gesammelten Abhandlungen dargestellt. Ich will daher die betreffende Stelle hier noch reproduciren (II. pag. 1021—1024).

Mich hat die Analyse der organischen Gestaltungsvorgänge zu folgendem allgemeinsten Resultate geführt:

»Die Entstehung typischer formaler Folgen aus typisch geordneten Kombinationen von Ursachen hat für mich nichts principiell Räthselvolles oder gar Teleologisches. Ich erblicke das höchste Räthsel der organischen Gestaltung in dem zwar überaus schwierigen, aber doch nur speciellen Problem der ‚morphologischen Assimilation‘, in dem bisher von Niemandem in seiner hohen Bedeutung erkannten Problem, wie Gestaltetes sich im Stoffwechsel durch Assimilation erhalten, d. h. sich in gleicher Weise selber produciren kann[1].«

»Diese ‚morphologische Assimilation‘ ist vorläufig das letzte Glied meiner Analyse der organischen Gestaltung (s. pag. 79). Sie stellt die allgemeinste, wesentlichste und eigenartigste gestaltliche Leistung des Lebens dar.«

»Neben der die organischen Maschinentheile producirenden

[1]) Dieses Problem ist es, was DRIESCH jetzt, aber an weniger elementarem Geschehen, als es hier vor ihm bereits geschehen war, aufzeigt, und was für ihn eine wesentliche Veranlassung ist, die Annahme »besonderer« vitaler Vorgänge für nöthig zu halten. Als ob durch eine solche Annahme etwas »erklärt« würde! Sie ist doch bloß eine Vertauschung mit einem anderen Unverständlichen, ja mit noch viel Unverständlicherem.



'morphologischen Assimilation' (im Unterschied von der bloß 'funktionellen', das geeignete Betriebsmaterial producirenden Assimilation, welche bisher von den Forschern fast allein zu analysiren versucht worden ist), sehe ich in den weiteren organischen Gestaltungen, welche durch die Entwickelung hervorgebracht werden, nur noch speciellere Probleme.

»Das nächstgrößte Räthsel der organischen Gestaltung ist die Bildung 'typisch' gestalteter Produkte bei 'atypischem' Ausgangsstück, also die regulatorische Entwickelung, die nach meiner Meinung auf causal vermittelten 'morphologischen Selbstregulationen' von typisch beschränkter Leistungsfähigkeit beruht, und bei der Re- und Postgeneration und beim Ausgleich von anderen morphologischen Störungen, z. B. bei Störung der Anordnung der Theile in Thätigkeit tritt. Das Gleichartige des Wirkens in den verschiedensten Specialfällen derselben denke ich mir dabei darin, dass zum Ersatz resp. zur Umänderung dem typischen (mehr oder weniger) entwickelten Ganzen fehlender resp. veränderter Theile Aktivirung entsprechender Theile des das Ganze potentiell repräsentirenden Reserveidioplasson stattfindet; wobei aber nicht ein direkt zweckthätiges gestaltendes Agens, sondern die stofflichen (in wenn auch selbst erst wenig entwickelten, doch schon individuellen, d. h. Stücke eines Individuums repräsentirenden Zustande vorhandenen) Theile das Bestimmende und Gestaltende sind (siehe Ges. Abh. II. pag. 899). Es ist also dabei besonders zu berücksichtigen, dass dieses atypische Ausgangsstück bloß seiner Größe und Begrenzung nach 'atypisch' ist, nicht aber seiner Qualität nach; denn es stellt immer einen typisch beschaffenen entwickelten Theil eines 'typischen Ganzen' dar (s. II. pag. 42 u. 842). Dies lässt es aber möglich erscheinen, dass von ihm aus dieses typische Ganze unter Verwendung des dieses typische Ganze in noch 'unentwickeltem' Zustande, potentia repräsentirenden Reserveidioplasson reproducirt wird« (Ges. Abh. II. pag. 1022).

»Wenn das Vermögen der gestaltlichen Assimilation in allereinfachstem Grade als zuerst zufällig entstanden angenommen wird, so ist die weitere Ausbildung dieser Leistung durch successive steigernde Züchtung dieser Grundfunktion aus entstandenen Variationen (siehe Ges. Abh. I. pag. 410 u. f.) bis zu der für die anderen primitivsten organischen Leistungen als gleichzeitiger neuer Nebenleistungen: bis zur Selbstbewegung, Selbsttheilung und bis zur Selbstregulation in all diesen Leistungen 'möglich' (pag. 76 [scil.:

denkmöglich]). Dieses ‚dauerfähige‘ Gebilde konnte durch weitere Züchtung zufällig aufgetretener assimilationsfähiger Variationen (siehe Ges. Abh. I. pag. 452) die Fähigkeit der ‚Selbstentwickelung‘ in den verschiedensten Graden erwerben, indem die zufällig in den äußeren Verhältnissen dauerfähigen resp. dauerfähigeren dieser Eigenschaften andauerten, also sich erhielten. Damit ist Phylogenese und typische Ontogenese auf Grund der Kontinuität des Keimplasson ‚möglich‘. Für die Realisirung dieser Möglichkeit ohne zweckthätigen Nisus formativus spricht bei einiger Bekanntschaft mit den Thatsachen der vergleichenden Anatomie und Embryologie doch noch manches Bessere als, wie DRIESCH meint, die Degeneration des Gehirns der Darwinisten.

»Ein weiteres, ganz selbständiges, eigenartiges allgemeines Problem wäre die Vererbung ‚vom Individuum erworbener Eigenschaften‘. Dieses Problem wäre bei meiner epigenetisch-evolutionistischen Auffassung zu zerlegen in die Implikation, in die Zurückverwandlung des Explicirten, Komplicirten in einfachere Komponenten und in die Translation, in die Übertragung dieser implicirten Eigenschaften vom Individuum auf den Keimstoff« (siehe Ges. Abh. II. pag. 61). Die Realität dieses letzteren Problems ist jedoch nicht erwiesen, sondern hat sich im Gegentheil mit der Zunahme unserer Kenntnisse als immer unwahrscheinlicher gezeigt.

Die nicht teleologische oder nicht »vitalistische« Art der Ableitung der Selbstregulationen sowie die specielle Vermittelung eines Theils derselben unter Aktivirung und qualitativer Sonderung besonderen Kernmaterials (welche ich übrigens ausdrücklich als nur hypothetisch und daher als abänderungsfähig bezeichnet habe, II. pag. 874) widerspricht den Auffassungen DRIESCH's in solchem Maße, dass er über diesen speciellen Verschiedenheiten sich nicht bewusst wird, dass er in den allgemeinsten Grundthatsachen: wie der Selbstregulation als wesentlicher Grundeigenschaft der Organismen und der Specifikation der Furchungszellen sich meinen Auffassungen angeschlossen hat.

Den Reproduktionen meiner früheren Äußerungen möchte ich zum Schluss noch einige Bemerkungen hinzufügen.

Es ist in dem letzten Jahrzehnt manches Material gegen die zureichende Potenz des DARWIN'schen Kampf ums Dasein und der geschlechtlichen Zuchtwahl zur Ableitung der Entstehung der Arten gesammelt worden. Das Meiste der bezüglichen Verhältnisse

ist uns aber doch zu unbekannt, um sichere positive oder negative Urtheile abgeben zu können.

Aber wenn auch sicher erwiesen wäre, dass der Kampf ums Dasein unter den Individuen und die geschlechtliche Zuchtwahl unzureichend zur Ableitung der Entstehung der Arten seien, so folgte daraus doch noch nicht, dass sie dabei wirkungslos waren, dass sie gar keinen Antheil daran gehabt hätten. Wenn indess selbst dies erwiesen wäre, so muss ich betonen, dass dies doch nichts gegen meine Ableitungen von der Wirkung des Kampfes der Theile im Organismus einschließen würde. Denn diese beziehen sich nicht auf die Entstehung der Arten, sondern auf die Entstehung der allgemeinsten Gewebsqualitäten, der Selbsterhaltungsqualitäten und der aus ihnen folgenden allgemeinsten Gestaltungsvermögen. Die Züchtung solcher allgemeinsten Eigenschaften und Vermögen ist etwas wesentlich Anderes als die Züchtung von einer Summe von Einzelformen, wie der zusammengehörigen Summe von Speciescharakteren.

Der Kampf unter verschiedenen Gewebsqualitäten muss ein viel heftigerer und daher viel mehr ausmerzender sein, als der Kampf der Individuen, denn sie leben dichtest gedrängt bei einander und fressen alle aus demselben Napfe; wer da (NB. immer ceteris paribus) rascher, stärker Nahrung aufnimmt, wer bei Mangel weniger braucht, der ist besser selbsterhaltungsfähig, der bleibt in dieser engsten Konkurrenz bald allein übrig. Ich bitte die bezüglichen Ausführungen in meinem Buche über den Kampf der Theile nochmals darauf zu prüfen.

Ich meine also: unter den allgemeinen Eigenschaften mussten nothwendiger Weise die dauerfähigsten der aufgetretenen Qualitäten gezüchtet werden; also überall da, wo »gleichfungirende« Gewebs- und Gestaltungsqualitäten von verschiedener Selbsterhaltungsfähigkeit aufgetreten waren, mussten die weniger dauerfähigen in Folge der Anwesenheit der dauerfähigeren eliminirt werden und letztere also allein übrig bleiben und allein sich fortpflanzen; ob dazu eine oder hundert Generationen nöthig waren, kommt für uns nicht in Betracht.

Ob aber auch besondere die Dauerfähigkeit erhöhende Einzeleigenschaften, zumal rein formale Charaktere, Artcharaktere, allein übrig bleiben mussten, das hing von den besonderen damaligen Verhältnissen ab, also von Verhältnissen, die wir nicht kennen, da sie nicht, wie die vorerwähnten allgemeinen zu allen

Zeiten allerorten in der in Frage kommenden Beziehung die gleichen sind.

Ferner ist es von großer Bedeutung, dass, wie ich dargethan habe, dieselben allgemeinen Gewebsqualitäten sowohl im Kampfe ums Dasein unter den Individuen, wie auch im Kampfe der Theile des Organismus gezüchtet werden müssen, sofern die konkurrirenden Qualitäten außer in verschiedenen Individuen auch in einem und demselben Organismus vertreten waren, dass sie also in zweifacher Weise ausgelesen wurden; so lange sie nur auf verschiedene Personen vertheilt vorkamen, konnten sie natürlich nur im Kampfe der Personen gezüchtet werden. Aber die eliminirende Wirkung dieser Konkurrenz auf das weniger Dauerfähige musste bei allgemeinen Erhaltungsqualitäten viel stärker sein, als bei weniger zweckmäßigen »Specialcharakteren«. Ferner ist noch von besonderer Wichtigkeit, dass der Kampf der Theile im Organismus aus den angegebenen Gründen viel heftiger eliminiren resp. züchten musste, als der Kampf der Personen.

Wir folgern also: mit DARWIN's Selektionstheorie von der Entstehung der »Arten« fällt keineswegs die Züchtung der von mir charakterisirten allgemeinsten Gewebsqualitäten im Kampf der Individuen und im Kampf der Theile des Organismus. Der »Kampf« ist keineswegs ein ablegbares »Modekleid« (HERBST), das ich den betreffenden Vorgängen umgehängt hätte.

Die »morphologische Assimilation« hatte ich bei diesen meinen Ableitungen zunächst als gegeben angenommen. Danach habe ich die Möglichkeit erörtert, dass auch sie durch allmähliche Züchtung aus zufälligen Variationen hervorgebildet gedacht werden könne, und dass dasselbe vielleicht für die Selbstregulation annehmbar sei. Das habe ich bloß als denkbar hingestellt, denn über die empirische Möglichkeit oder Wahrscheinlichkeit vermag ich nichts zu sagen. Es heißt hier immer bloß: »wenn diese verschiedenen Qualitäten im selben Organismus auftraten«, so mussten diese anderen durch die gleichzeitige Anwesenheit jener geschädigt, eliminirt werden, jene übrig bleiben. Über die Ursache des Auftretens ferner wissen wir natürlich gar nichts, was ich stets betont habe; dies bildet den Schluss meiner Schrift über den Kampf der Theile.

Immerhin muss die »Möglichkeit« der Züchtung der Selbstregulationen, nicht bloß der »rein funktionellen«, sondern auch der »morphologischen« Selbstregulationen einleuchten, sofern wir den Einblick gewinnen, dass auch diese Selbstregulationen von so

»allgemeinen« Wirkungsweisen ableitbar sind, wie mir dies mit der Ableitung der millionenfach verschiedenen (sogenannten zweckmäßigen) Einzelgestaltungen der funktionellen Anpassung von einer allgemeinen formativen Reizwirkung, von der »trophischen Wirkung der Funktion« gelungen ist. Für die allerallgemeinsten Regulationen, für die rein funktionellen Regulationen wie die Reflexbewegungen, Hunger (den unbewussten, im obigen Sinne), halte ich dies für sicher. Wie dies bezüglich der besonderen gestaltlichen Regulationen, z. B. der Postgeneration und Regeneration liegt, darüber kann ich jetzt nichts sagen. Vielleicht wird doch, wenn wir erst die Vorgänge der »gestaltlichen Assimilation« und der anderen Gestaltungen uns etwas vorstellen können, eine ähnlich »allgemeine« Ableitung auch für die gestaltlichen Regulationen gefunden. Jedenfalls aber halte ich es für vorzeitig, und für willkürliche Ausnützung des Unbekannten, jetzt schon wie DRIESCH, G. WOLFF zu behaupten, dass diese Vorgänge principiell nicht rein physikalisch-chemisch ableitbar seien, sondern noch die Annahme besonderen vitalen Geschehens nöthig machten.

Sehen wir von den zuletzt erwähnten hypothetischen Erörterungen ab, die größtentheils auf das Gebiet des Unbekannten übergreifen und daher von Jemanden, der wie in dem genannten Buche vermuthlich H. DRIESCH nur seine eigenen hypothetischen Ansichten ungestört darstellen will, übergangen werden können, so glaube ich doch in dem Übrigen Manches über die Selbstregulationen dargeboten zu haben, was in einer Monographie über diesen Gegenstand seinen Platz beanspruchen kann.

Zu den bisher erörterten Regulationen fügen sich nun noch die **funktionellen Anpassungen**, über welche ich eine Anzahl besonderer Untersuchungen und die bereits angedeutete Theorie veröffentlicht habe, die zusammen den ersten Band meiner gesammelten Abhandlungen darstellen.

Diese Regulationen hat DRIESCH in seinem Buche zwar nicht ganz übergangen; aber er giebt über sie nur einige kurze Bemerkungen und verweist bezüglich des Übrigen auf ein Referat von ihm (in MERKEL-BONNET's Ergebnissen der Anatomie) über die Gesammtleistungen der Entwickelungsmechanik bis inkl. zum Jahre 1898 (erschienen 1899).

Dieses Referat enthält leider viele unrichtige Angaben und entsprechend unzutreffende Urtheile; und ich hatte gehofft, dass der

Autor sich später besser informiren und die nächste Gelegenheit zur Berichtigung verwenden werde. Da der Autor statt dessen auf das Referat verweist, so nehme ich Veranlassung, diese Berichtigung bezüglich meiner Arbeiten zunächst über die funktionelle Anpassung hier vorzunehmen.

Driesch giebt gleich die Definition nicht richtig wieder, indem er sagt: »Durch Ausübung einer ‚Funktion‘ entstandene Formresultate hat Roux als Effekte funktioneller Anpassung bezeichnet; sie eben sollten (!) ‚Anpassung‘ an die Funktion sein.« In dieser Definition fehlt das Wesentlichste, denn nicht jedes beliebige »durch Ausübung einer Funktion entstandene Formresultat« habe ich als funktionelle Anpassung und damit als besonderer Erklärung bedürftig bezeichnet, sondern nur solche, welche die erneute Funktionirung erleichtern, verbessern oder sicherer machen, welche also »Anpassungen« sind. Dieses ist das Gemeinsame, Charakteristische, zugleich das anscheinend Teleologische, welches der Erklärung Schwierigkeiten bot; nicht aber umfasst die funktionelle Anpassung alle gestaltlichen Nebenwirkungen der Funktionirung irgend welcher Art.

Die bezüglichen Thatsachen wurden, wie gesagt, früher von der »funktionellen Hyperämie« abgeleitet, und diese in Deutschland schon in den vierziger Jahren des vorigen Jahrhunderts verbreitete Erklärung wurde von Herbert Spencer angenommen und weiter verbreitet.

Als ich im Jahre 1879 an diese Gruppe von Thatsachen herantrat, war sie bereits von Julius Wolff u. A. durch die Kenntnis, dass in den Knochen, z. B. nach schief geheilten Brüchen, eine der neuen Funktionsweise entsprechende Struktur entstehen kann, bereichert; und ich fügte dem unter Anderem die Gesetze der dimensionalen Aktivitätshypertrophie und Inaktivitätsatrophie hinzu, welche der Ausdruck davon sind, dass bei verstärkter resp. verminderter Thätigkeit bloß diejenigen Dimensionen der Organe vergrößert resp. verkleinert werden, welche die Verstärkung etc. der Thätigkeit leisten, dass z. B. Muskeln, welche zu stärkerer Spannung oder größerer Lasthebung verwendet werden, nur dicker werden, während sie bei Vergrößerung oder Verkleinerung der mittleren Verkürzungsgröße nur länger bezw. kürzer werden, welch’ Letzteres auch H. Strasser selbständig ermittelte.

Diese mannigfaltigen neu erkannten Thatsachen ließen die Ableitung von der funktionellen Hyperämie als principiell unzureichend

erkennen, und es schien daher schon oben, dass zur Ableitung derselben doch auf ein zweckthätiges, in neuen Verhältnissen das Zweckmäßige in feinster Weise schaffendes Princip, auf eine gestaltende Intelligenz zurückgegriffen werden müsse.

Es gelang mir aber, eine nicht teleologische Erklärung aufzufinden, indem ich zeigte, dass alle diese Thatsachen sich ableiten lassen, wenn man annimmt, dass der funktionelle Reiz zugleich eine trophische, d. h. die Assimilation, die Vermehrung und überhaupt die Selbsterhaltung fördernde Wirkung auf die Gewebe ausübt, der Art zugleich, dass bei längerem Fehlen oder bei starker Abschwächung des funktionellen Reizes die Selbsterhaltung, sei es für sich schon, oder im Kampfe mit anderen Gebilden (z. B. mit den Osteoklasten) nicht mehr in genügendem Maße möglich sei.

Diese Ableitung wirkte, wie ich durch persönliche Mittheilungen erfuhr, auf Andere, die sich vergebens bestrebt hatten, die Thatsachen von mechanischen Principien abzuleiten, befreiend, erlösend.

Dass es trophische oder formative Reize giebt, war von der Pathologie (VIRCHOW) her geläufig. Hier nun wurden zum ersten Mal sehr komplicirte normale, sowie atypische, aber zweckmäßige Strukturen von einem solchen Reize abgeleitet. Diese Wirkungen eines formativen Reizes will DRIESCH jetzt zum Theil unter das Wort Mechanomorphose subsummiren.

DRIESCH bekämpfte früher dieses vorstehend nur im Allgemeinsten angeführte Erklärungsprincip der funktionellen Anpassungen, indem er es als teleologisch bezeichnete, denn die Assimilation sei ein teleologisches Geschehen. Davon redet er jetzt nicht mehr, sondern er acceptirt durchaus diese Ableitung, giebt sie aber für die seinige aus, indem er mir zugleich eine andere Ableitung zuschreibt und diese dann als unmöglich darthut: ein Vorkommnis, das sich, wie wir sehen werden, bei ihm mehrfach wiederholt.

Da er von der Berücksichtigung der dimensionalen Hypertrophie ganz absieht, kommt er mit diesem allgemeinsten meines Princips zur Ableitung aus, ohne aber zu berücksichtigen, dass eine Theorie nicht bloß einige nach Willkür ausgesuchte Thatsachen, sondern alle bezüglichen Thatsachen zu erklären verpflichtet ist.

Mit diesem Princip lassen sich aber auch die dimensionale Aktivitäts-Hypertrophie und Inaktivitäts-Atrophie ableiten, desshalb war es aufgestellt.

Die Ableitung der funktionellen Struktur beruht, um hier nur das leichtest darzustellende Beispiel zu reproduciren, beim Knochen

darauf (Ges. Abh. I. pag. 356, 434), dass der funktionelle Reiz des Gewebes (Druck ev. Zug) sich an bestimmten, von der Lage der Druckaufnahme- und Abgabefläche abhängigen Stellen und dadurch zugleich in bestimmten, sog. trajektoriellen Richtungen am stärksten fortpflanzt. Wo nun die Knochenbälkchen diese Richtung nicht haben, werden sie nach meiner Darlegung an denjenigen Seiten, wo es an in den Druckrichtungen gelegener Knochensubstanz fehlt, am stärksten gedrückt; in Folge dessen wird gerade an diesen Stellen durch Reizung der Osteoblasten Knochen angebildet, bis so viel vorhanden ist, dass die Fortleitung des Druckes resp. Zuges in den Richtungen stärkster Wirkung, den Trajektorien, erfolgt. In dem Maße, als Letzteres geschieht, wird die auf der entgegengesetzten Seite des Bälkchens außerhalb dieser Richtungen ihm angefügte Knochensubstanz nicht resp. nicht mehr genügend gedrückt, und da ihr der erhaltungsfähig machende Reiz fehlt, verfällt sie der Inaktivitätsatrophie (sie wird von Osteoklasten aufgefressen [II. pag. 221]), (Ges. Abh. I. pag. 358 u. 767). Dadurch, dass also auf der funktionell stärker beanspruchten Seite der Bälkchen Knochensubstanz angebildet wird, wird die auf der anderen Seite gelegene Knochensubstanz entlastet und damit in ihrer Selbsterhaltungsfähigkeit geschädigt. Es findet also eine sog. Konkurrenz und zwar um den »funktionellen Reiz« statt.

Die dimensionale Aktivitätshypertrophie sowie die funktionelle Struktur der muskulösen Organe etc. habe ich von demselben Principe abgeleitet; doch muss bei den Muskeln nicht bloß der funktionelle Reiz, sondern die wirkliche Vollziehung der Funktion, also die aktive Leistung resp. die Überwindung von Widerstand als für die dauernde Erhaltung etc. nöthig herangezogen werden.

Nicht, was das Organ dem ganzen Individuum leistet, seine »Organfunktion«, sondern nur die Ausübung der Funktion des specifischen Gewebes jedes Organs, also seine Gewebsfunktion kommt bei diesen Ableitungen in Betracht; letztere allein ist zur Erhaltung, letzten Ausbildung und funktionellen Weiterbildung nöthig (Ges. Abh. II. pag. 232) ohne Rücksicht darauf, ob diese eventuelle verstärkte Funktionirung und die ihr entsprechende Weiterbildung vom Individuum gewollt oder ihm nützlich ist. So kommt es, dass die funktionelle Anpassung in pathologischen Verhältnissen, bei abnorm verstärkter funktioneller Reizung auch zur Produktion von Bildungen führen kann, welche für das Individuum unzweckmäßig sind, wie manche Herzhypertrophien

z. B. in Folge nervösen Herzklopfens, Hypertrophie des Sphincter pylori des Magens.

Driesch schreibt mir zu, dass ich die funktionellen Strukturen und die sonstigen Gestaltungen der funktionellen Anpassung von dem angeblich »eigens zu diesem Zwecke erfundenen Principe des Kampfes um ‚Nahrung' und ‚Raum' ableite«, und zeigt dann allenthalben, dass das durchaus verkehrt und unmöglich ist.

An einer Stelle, beim Knochen, wo er Bekanntschaft davon bekundet, dass ich die Ableitung der funktionellen Struktur nicht vom Kampf um Nahrung und Raum vorgenommen habe, sagt er, dass »Roux selber sein für diesen Fall eigentlich erdachtes Schema der Erklärung nicht einhält«. Und er fügt hinzu: »Also von irgend welchem Nahrungsentzug, Konkurrenz und dergleichen kann gar keine Rede sein« (vom Ref. gesperrt).

Ein anderer Autor, der weniger geneigt ist, den Vorgängern in seiner eigenen Phantasie producirtes Unzutreffendes zuzuschreiben, und es dann zu berichtigen, würde aus solcher scheinbaren Inkonsequenz und aus der Verwendung von Argumenten, »von denen gar keine Rede sein kann«, wohl Anlass genommen haben, zunächst die Richtigkeit seiner eigenen Information zu prüfen; und er würde im vorliegenden Falle erkannt haben, dass ich aus dem Kampf der Theile um »Nahrung« und »Raum« überhaupt nicht die Entstehung von funktionellen Strukturen oder sonstiger funktioneller Gestaltungen, sondern nur die Züchtung von allgemeinsten Erhaltungsqualitäten der Gewebe abgeleitet habe, die dann aber ihrerseits, wenn sie erst genügend ausgebreitet vorhanden sind, (ohne Kampf um Nahrung und Raum) diese Gestaltungen hervorzubringen vermögen, und dass dabei von Konkurrenz, nämlich um den funktionellen Reiz, wohl die Rede sein kann und muss.

Ich hatte mich damals zugleich gefragt, wie die Organismen wohl zu dieser so wunderthätigen Gewebsqualität, auf welche die funktionellen Reize zugleich trophisch wirken, haben kommen können. Dabei kam ich auf den erwähnten Kampf der lebenden, das heißt hier: assimilirenden Elementartheile um Nahrung und Raum; und ich erkannte als Wichtigstes, dass assimilirende Gewebstheile, welche bei gleicher sonstiger »Leistung« mit weniger Nahrung auskommen, als andere bei Nahrungsmangel allein übrig bleiben mussten, sowie ferner, dass im Gedränge im Innern des Individuums solche lebenden Theile, welche weniger, also nicht genügend, druckfest waren als andere unter ihnen befindliche ceteris paribus (!) von den

druckfesteren Nachbarn an ihrer Vermehrung durch Raumbeengung gehindert und beim Stoffwechsel allmählich aus der Reihe des Lebenden eliminirt werden mussten.

Ferner mussten assimilirende Theile, welche durch oft einwirkende Reize, wie z. B. die funktionellen Reize, etwa in ihrer Assimilation und damit in ihrer Selbsterhaltungsfähigkeit geschädigt wurden, von selber durch diese Schädigung eliminirt werden. Waren dagegen durch Variationen Theile aufgetreten, die durch oft einwirkende Reize nicht nur nicht geschwächt, sondern, sei es direkt oder indirekt, in ihrer Selbsterhaltungsfähigkeit gestärkt wurden, so mussten diese ceteris paribus (!) über nicht dadurch geförderte siegen, indem sie sich mehr vermehrten und so allmählich einen immer größeren procentischen Antheil am Organismus, und schließlich die Alleinexistenz gewannen. Eine solche Qualität konnte dann aber auch nicht mehr ohne den funktionellen Reiz sich erhalten.

Auf diese Weise musste, wenn solche Qualität auch nur in Spuren aufgetreten war, sie sich allmählich im Organismus (resp. im Keimplasma, WEISMANN) ausbreiten und die anderen verdrängen. Ich äußerte die Vermuthung, »dass dies, wenn auch wohl in geringerer Güte schon auf der niedersten Stufe der Individuenbildung« geschehen sein werde.

Ich habe also abgeleitet, was für allgemeinste Selbsterhaltungsqualitäten der Gewebe aus der Reihe der vermuthlich außerordentlich vielen aufgetretenen »Gewebsqualitäten« übrig bleiben konnten, also dauerfähig waren, und was dagegen für Gewebsqualitäten in Folge des Auftretens dieser eliminirt werden mussten. Das nannte ich Kampf, und zwar also den Kampf um Nahrung und Raum.

Ich habe nun aber nirgends behauptet, dass der funktionelle Reiz der einzige trophische Reiz sei, und habe im Gegentheil gelegentlich der Besprechung der trophischen Nerven andere trophische Beziehungen zwischen dem Centralnervensystem und peripheren Theilen erörtert (Ges. Abh. I. pag. 292—300) und einen Theil des in dieser Hinsicht von den Pathologen Erschlossenen als berechtigt anerkannt.

DRIESCH ist dies Alles unbekannt; und er schließt sich daher ausdrücklich einem entsprechenden Urtheil O. HERTWIG's an, indem er sagt: »Treffend bemerkt O. HERTWIG, dass man ,durch Redewendungen, wie Kampf der Theile im Organismus, Intra-

selektion etc.' nicht mehr erfährt von dem, was sich im Organismus abspielt, als der Chemiker von dem Zustandekommen einer chemischen Verbindung erfahren würde, wenn er sich mit der Formel eines ,Kampfes der Moleküle im Reagenzglas', als einem chemischen Erklärungsprincip zufrieden geben wollte.«

Meine Leser dagegen wissen, dass ich aus diesem Kampf der Theile nicht zu erschließen beabsichtigte, »was für Geschehen im Organismus sich abspielt«, sondern was bei dem Lebensgeschehen für Selbsterhaltungsgebilde übrig bleiben, also Dauer gewinnen können, und dass diese Möglichkeit allein darauf beruht, dass es sich um dem Stoffwechsel unterliegende Selbsterhaltungsgebilde handelt, die von anderen in ihrer Selbsterhaltung geschädigt, und so vernichtet werden können.

Am Schlusse meines Buches über den Kampf der Theile (pag. 240, Ges. Abh. I. pag. 421) betone ich noch besonders, dass mit dem Nachweise dessen, was erhalten bleiben kann, unsere Kenntnis über die Ursachen des Entstehens und Werdens dieser Eigenschaften »nicht im geringsten gefördert worden ist«, und dass solches von bloßen Erhaltungs- und Steigerungsprincipien auch nicht erwartet werden kann.

Die eliminirende Wirkung des Kampfes um Nahrung und Raum unter Assimilations- also Selbsterhaltungsprocessen habe ich durch Experimente mit Flammen, welche von verschiedenen Substanzen genährt wurden und unter einem Trichter eingeengt waren, direkt dargethan (Ges. Abh. II. pag. 218).

Für die Gewebsernährung ist uns ähnliche Schädigung sogar weit von einander entfernter Theile des Organismus lange bekannt: wenn Frauen zu lange stillen und nicht zureichend geeignete Nahrung haben, behält die Milch ihren Kalkgehalt, aber die neu gebildete Knochensubstanz bleibt kalklos (G. Pommer), also weich. Die Milchdrüsen nehmen somit aus dem Blute den Kalk vorweg, und für die Knochen bleibt nicht genug davon übrig.

Driesch dagegen stellt die Möglichkeit des Vorkommens vom Kampfe um die Nahrung ganz in Abrede, indem er sagt (pag. 798): »Ist es doch überhaupt gar nicht einzusehen, wie es im Organismus zu einem ,Kampf' zwischen den Zellen kommen sollte, wo in den Reservestoffen vielmehr ein Überfluss an Nahrung vorliegt, wo notorisch, selbst im ,Hungerzustand', der Organismus ökonomisch regulatorisch zu wirthschaften versteht, und wo die Thatsache, dass jedes Gewebe seine specifischen Bedürfnisse aus dem in den Gewebssäften

gegebenen, allgemeinen Ernährungsmaterial in jedem Fall regulatorisch decken kann, eine der sichersten Ermittelungen der allgemeinen Physiologie ist.«

Also giebt es nach Driesch gar keinen Hungertod. (Das wichtige sociale Problem der Beseitigung des Nahrungsmangels wäre also erfreulicher Weise nunmehr nach »einer der sichersten Ermittelungen der allgemeinen Physiologie« als gelöst zu betrachten!)

Natürlich bleiben über die Entstehung dieser allgemeinsten Gewebsqualitäten noch viele Räthsel, auch in Bezug auf die Züchtung aus Variationen; doch ist dies eine Sache für sich, die uns hier nicht weiter berührt.

Hier bei der funktionellen Anpassung ist das Wesentliche, dass wir Veranlassung haben anzunehmen, dass diese Gewebsqualitäten vorhanden sind und dass, sobald sie vorhanden sind, sie »zweckmäßig gestaltend« wirken können, wie dies oben kurz angedeutet, in meinen Arbeiten ausführlicher dargethan ist; diese Gestaltung geschieht einmal einfach durch Aktivitätshypertrophie und Inaktivitätsatrophie und zweitens dadurch, dass diese Wirkung durch Konkurrenz um den funktionellen Reiz (resp. bei den Muskeln um die Vollziehung der Funktion) noch mehr verzweckmäßigt wird (nicht aber durch Kampf um Nahrung und Raum).

Diesen letzteren Kampfesweisen verdanken diese Gewebsqualitäten zwar ihre Züchtung, ihre Alleinherrschaft, nachdem und wo sie in Spuren aufgetreten waren; aber erst nachdem sie genügend im Organismus verbreitet waren, konnten sie in der angegebenen Weise gestaltend wirken.

Dass ich dieses Wesentlichste, Allgemeinste meiner Theorie nach zwanzig Jahren nochmals darthun muss, weil mehrere Referenten, außer H. Driesch und O. Hertwig auch L. Plate[1]), es noch nicht kennen, ist nicht gerade erfreulich[2]).

[1]) Über die Bedeutung und Tragweite des Darwin'schen Selektionsprincips. Referat, im Auftrage der Deutsch. Zoolog. Gesellsch. erstattet. 1899. pag. 101 u. f.

[2]) W. His hat jüngst (Arch. f. Anat. u. Phys., anat. Abth. 1901. pag. 318) darauf hingewiesen, dass er bereits im Jahre 1865 (Max Schultze's Archiv. Bd. I. pag. 196) von einem Wettstreit, einem Kampf ums Dasein zwischen dem Keimepithel und dem Bindegewebe bei der normalen Bildung des Eierstocks gesprochen hat. Er hat damit die Priorität vor Boll's Kampf verschiedener Gewebsarten unter einander, dessen Ausgang prädestinirt ist, da er zur normalen Gestaltung führt (s. meine Ges. Abh. I. pag. 263 u. 315). Auf den von mir verwendeten Kampf unter gleich fungirenden Gewebstheilen, der zur Züchtung der erwähnten Erhaltungsqualitäten der Gewebe führt, ist His' Kampfprincip nicht anwendbar.

Nachdem ich also vor langer Zeit das Eigenartige, anscheinend Teleologische der Erscheinungen der funktionellen Anpassungen bereits im Allgemeinsten analysirt, auf Allgemeineres zurückgeführt, und so seines mystischen Charakters entkleidet habe (im Speciellen ist erst noch fast Alles für sich festzustellen, womit seit Jahren Schüler von mir beschäftigt sind), meint nun hinterher H. DRIESCH, der zusammenfassende Begriff sei überflüssig; ja noch mehr, er sagt: »der Begriff der funktionellen Anpassung ist wie alle nicht für Geschehenselemente, sondern für ‚Geschehenskategorien' geschaffenen Kunstbegriffe ein gefährlicher Begriff.«

Dann sind wohl die »Kunstbegriffe« Organismen, Gattung, Art auch gefährlich? Ich meine dagegen, die funktionelle Anpassung ist ebensowenig wie diese ebengenannten ein Kunstbegriff; zweitens sind diese Begriffe nicht gefährlich, drittens sind sie zur kurzen Bezeichnung von Gruppen mit gemeinsamen Charakteren unerlässlich nöthig.

Wenn wir mit dem Namengeben warten sollten, bis wir die durch jeden von ihnen umfassten Komplexe von Vorgängen auf die »Geschehenselemente« zurückgeführt, also vollkommen analysirt hätten, da müssten wir meist Äonen warten; und wie würde analytisch der Begriff Organismus, Wirbelthier, Mensch, funktionelle Anpassung dann lauten? Seitenlange und fortwährend in ihrer Richtigkeit und Vollständigkeit angezweifelte Definitionen müssten statt kurzer Bezeichnungen mitgeschleppt werden, und jede Verständigungsmöglichkeit würde aufhören.

Natürlich können auch solche die gemeinsamen Charaktere vieler verschiedenen Einzelvorgänge zusammenfassenden Begriffe schädlich wirken, nämlich wenn Jemand nicht genau unterrichtet ist, was damit gemeint wird; das ist aber nicht Schuld des Begriffes.

Ebenso unzutreffend, wie wir sie vorstehend bezüglich des Allgemeineren der funktionellen Anpassung gefunden haben, sind DRIESCH's sachliche Angaben und Urtheile zumeist auch im Besonderen, Einzelnen, wovon Einiges richtig gestellt sei.

So berichtet er bezüglich der funktionellen Anpassung der Knochen, die Objekte von schiefgeheilten Knochenbrüchen zeigten stets (!) eine der neuen Funktion angepasste Struktur der Spongiosa, und sagt, über den »Verlauf« der Bildung dieser Struktur sei uns nichts bekannt; wir kennten bloß das »Endstadium«; aus ihm lasse sich »nicht sicher erschließen, dass das erste Stadium der Heilung im Vorhandensein einer regellosen ungerichteten Knochenmasse bestanden habe. Diese Äußerungen sind indess durchaus unzutreffend; denn unsere Kenntnisse über diesen Gegenstand stammen

von vielen Hunderten von Präparaten aus Stadien aller Zeiten vom frischen Bruch bis zu der erst nach Jahren fertiggebildeten funktionellen Spongiosastruktur. Obschon DRIESCH alles dies nicht kennt, glaubt er, es sei ihm vorbehalten, zu bestimmen, was von den Arbeiten der Fachleute richtig sei; glücklicher Weise giebt er uns doch Einiges zu, indem er sagt: »Aus der Anpassung von der Bruchstelle entfernter Knochenspongiosa lässt sich aber, denke ich, erschließen, dass eine Umbildung der Struktur stattgefunden habe. So giebt es denn also eine funktionelle Anpassung der Knochen.«

Eine weitere Folge der nicht ausreichenden Information DRIESCH's wie auch O. HERTWIG's ist es, dass sie glauben, mit dem von Letzterem ausgegrabenen Befunde SEDILLOT's einer sehr starken Hypertrophie der Fibula nach Defekt in der Tibia sei das Wesentliche an Thatsachen und an Erklärungsbedürfnis in Bezug auf die funktionelle Anpassung der Knochen bereits gegeben gewesen. Solche einfachen Befunde sind aber gerade früher von der funktionellen Hyperämie abgeleitet worden. Erst die Kenntnis der neugebildeten funktionellen Struktur nöthigte zur Annahme der gestaltenden Wirkung des funktionellen Reizes. DRIESCH dagegen sagt dazu: »Man muss gestehen, dass dieser deutliche Fall einer offenbaren Mechanomorphose, d. h. einer direkten formativen Wirkung mechanischer Umstände als Reize eigentlich jenes oben diskutirte, komplicirte Schema ‚funktioneller Anpassung' (NB. von ROUX) von allem Anfang an überflüssig gemacht haben sollte.«

Nach dieser Äußerung wird kaum Jemand vermuthen, dass der Autor selber nur das von ROUX aufgestellte Princip verwendet, und dass in Wirklichkeit dieses es ist, das er hier als »offenbar« richtig und selbstverständlich beurtheilt. Dass übrigens der specielle Fall, an den die genannten Autoren hier anknüpfen, für mich nichts Neues enthielt, und dass er bei Aufstellung meiner Theorie berücksichtigt worden ist, hätten sie daraus entnehmen dürfen, dass ich selber einen gleichen Fall, sogar von denselben Knochen mittheile und verwerthe.

Weiterhin sagt DRIESCH, anscheinend gegen mich gewendet: die plötzliche Vermehrung der Osteoblasten nach einem Knochenbruch habe offenbar mit einer Zellvermehrung in Folge von Funktionsausübung gar nichts zu thun. Dass ein gebrochener Knochen an der Bruchstelle »fungire«, ist nicht nur nicht von mir, sondern wohl von Niemandem behauptet worden; daher auch nicht, dass die Reibungen und sonstigen Reize an der Bruchstelle eines Knochens, den specifischen funktionellen Knochenreizen, die (NB.) in molekularen Spannungen und Erschütterungen bestehen, entsprächen.

Im Gegentheil spreche ich bei dieser Gelegenheit gerade von abnormen Reizwirkungen gegen die die Osteoblasten sonst geschützt sind (siehe Ges. Abh. I. pag. 357).

Die Annahme von sogen. Inaktivitätsatrophie der Knochen erklärt Driesch für überflüssig, weil so wie so alle Knochensubstanz mit der Zeit aufgefressen werde. Er hätte vermuthen dürfen, dass besondere Gründe für diese Annahme vorliegen, zumal ich sie in meinen anfänglichen Ableitungen, um dieselben zu vereinfachen, möglichst umgangen habe.

Diese Gründe sind: Die »fortwährende Zerstörung« von Knochensubstanz schlägt nämlich Bahnen ein, die uns ganz atypisch zu sein scheinen [d. h. deren Regeln und Ursachen uns ganz unbekannt sind], die sogar stark tragende, also fungirende Theile zerstört und von den so zerfressenen General- oder Havers'schen Lamellensystemen vielfach atypisch gestaltete Reste übrig lässt. Dieses Knochenzerstörungsprincip würde nicht die atrophische Spongiosa, wie wir sie in nachträglich stark entlasteten Knochentheilen bis zu glatten, in funktioneller Richtung gelegenen Abgrenzungsflächen der Knochenbälkchen ausgebildet finden, herzustellen vermögen.

Aber nicht bloß in der Lokalisation arbeitet die »beständige Knochenzerstörung« anders als die sogen. Inaktivitätsatrophie des Knochens, sondern auch zeitlich sind die Leistungen beider jedenfalls verschieden; die Inaktivitätsatrophie arbeitet wenigstens beim Erwachsenen wohl erheblich rascher und ist außerdem an den entlasteten Stellen lokalisirt. Vielleicht verwandeln sich wie sonst nach v. Kölliker und G. Pommer Knochenzellen, auch wo sie entlastetem Knochen anliegen, direkt in Osteoklasten (Ges. Abh. I. pag. 767; II. pag. 22), während sie umgekehrt knochenbildend thätig sind, wenn sie von der tragenden Knochensubstanz aus in gewissem Maße erschüttert werden, ganz abgesehen von ihrer früheren »selbständigen« knochenbildenden Thätigkeit, die, längst bekannt, ihnen den Namen Osteoblasten verschafft hat.

Da die Knochenzellen die specifische Funktion des Knochengewebes, die Widerstandleistung, nicht selber vollziehen, sondern, da dies von den besonderen Produkten der Zellen, von der Intercellularsubstanz geschieht, so glaubt Driesch, er erst habe erkannt, dass hier die Verhältnisse im Speciellen anders liegen als bei den Drüsen und Muskeln; und er nennt dies »seine Auffassung«, ich habe indess diese Verhältnisse nicht nur beim Knochengewebe (Ges. Abh. I. pag. 356, 434), sondern auch beim Bindegewebe behandelt (I. pag. 547).

Was die Verbreitung der bezüglichen Sachlage angeht, so findet sie sich bei allen Matrikulargeweben vor. Bei den speciellen Fällen habe ich deutlich gesagt, dass hier der funktionelle Gewebsreiz (Druck, Zug, Abscherung) nicht nur oder nicht sowohl den specifisch fungirenden Gewebstheil, sondern noch mehr die Zelle zur Produktion der die specifische Gewebsfunktion leistenden Substanz anregt; und ich glaubte daher diese Besonderheit bei den allgemeinen Fassungen der Erleichterung der Darstellung halber nicht immer mitschleppen zu müssen. Außerdem liegt die Sache nicht so einfach wie DRIESCH denkt, denn die specifisch fungirende Intercellularsubstanz des Bindegewebes und Knorpels wird aus gutem Grunde auch von sich aus für assimilations-, wachsthums- und differenzirungsfähig gehalten, und ich habe angenommen, dass hier der funktionelle Reiz auch auf diese fungirenden Theile selber trophisch, erhaltend und differenzirend wirkt. Diese Verhältnisse habe ich bei der bindegewebigen funktionellen Struktur (der Delphinflosse) erörtert, und habe betont (Ges. Abh. I. pag. 548), dass unsere ungenügende Kenntnis darüber, welches alles die assimilirenden bildenden Elementartheile des Bindegewebes sind, ob allein die Fibroblasten, oder ob auch die Grundsubstanz der Fasern noch selbständig wachsen und Primitivfibrillen bilden kann etc., uns in unseren Ableitungen im Speciellen beschränkt, ohne sie aber im Allgemeinen unmöglich zu machen.

Auch für die »Ausbildung« der Intercellularsubstanz der Knochen kann Ähnliches über das Eigenleben derselben, wenn auch vielleicht in minderem Maße vermuthet werden; für die Erhaltungsfähigkeit der specifisch fungirenden Knochensubstanz habe ich es von vorn herein fest vertreten, wie meine Ableitung der Inaktivitätsatrophie der Knochen bekundet, indem ich annehme, dass entlasteter Knochen besonders schnell aufgefressen wird.

Ähnliches gilt, mit einigen mutatis mutandis im Speciellen, von der Epidermis, deren fungirende Schichten auch von einer Matrix, von dem Stratum Malpighi aus producirt werden, während sie aber auch noch unter dem Einfluss von funktionellen Reizen (bes. Druck und Abscherung) nach der Seite der Anpassung hin verändert werden.

Selbst die specifisch fungirende Substanz des quergestreiften Muskelgewebes, die Fleischprismensubstanz kann als Matrikulargebilde aufgefasst werden, wenn sie auch innerhalb der Zellen liegt, da sie von dem Protoplasma aus (wohl unter Betheiligung des Kerns) gebildet wird.

Dementsprechend sagte ich bereits im Jahre 1885 (Ges. Abh. II.

pag. 215): »Das Wesen der einen solchen Effekt ermöglichenden Gewebsqualität ist darin bestehend zu denken, dass mittelbar oder unmittelbar die specifische Funktion eine trophische, die Assimilation anregende Wirkung für jedes einzelne kleinste fungirende Theilchen besitzt, resp. wenn letzteres nicht selber assimilirt, dessen Matrix zur Bildung neuer fungirender Theilchen anzuregen vermag etc.«

So lange wir von den genannten Lebensverhältnissen dieser mehr oder weniger von einer Matrix aus gebildeten, die specifische Funktion des Gewebes besorgenden Gewebstheile nichts Sicheres wissen, müssen wir uns mit allgemeinen, das Gewebe im Ganzen fassenden Formulirungen begnügen.

Wenn wir diese Kenntnis erst haben, wird die Sachlage wohl zum Theil ähnlich werden, wie ich sie bei der morphologischen Assimilation charakterisirt habe (siehe oben pag. 617, 631).

Wir verstehen darunter, im strengen Sinne von Selbstassimilation, dass lebende Substanz ihr selber gleiche Substanz bildet. Ich habe aber darauf hingewiesen, dass es im »analytischen« Sinne, also in dem Sinne, dass jeder »einzelne Theil« eines »kleinsten«, vollkommener Selbstassimilation fähigen Stückchens lebender Substanz ihm selber gleiche Einzeltheile bilde, nicht geben kann, sondern, dass jeder assimilirende Einzeltheil an der Bildung ihm selber nicht gleichender Substanz betheiligt ist, und dass erst ein gewisser Komplex von Einzeltheilen, welche auf diese Weise gebildet worden sind, dem Komplexe aller an dieser Bildung betheiligten Einzeltheile wieder gleicht. Trotzdem aber reden wir fortwährend von Assimilation im Sinne von Selbstassimilation aus den auf pag. 644 angegebenen Gründen.

Meine Definitionen und Ableitungen der funktionellen Anpassung beziehen sich aus diesen Gründen auf das betreffende Gewebe im Ganzen, nicht seiner einzelnen verschiedenen Theile, also auf den »Komplex aller an dieser Gewebsbildung betheiligten Einzeltheile«. Sobald wir die Analyse auf die verschiedenen Einzeltheile, wie hier auf specifisch fungirende Theile und diese bildende Theile ausdehnen, müssen natürlich alle bezüglichen Definitionen und Ableitungen entsprechend umgeformt werden.

Diese Analyse muss auf einem geeigneten Stadium unseres Wissens vorgenommen und streng durchgeführt werden; aber es ist nicht nöthig, dass dabei den Vorgängern gesagt wird, sie hätten Überflüssiges und Unzutreffendes gemacht und das Richtige beginne nun erst mit dem Nachfolger, um so weniger, wenn, wie im vorliegenden Falle, der

Vorgänger diese Analyse bei den Einzelfällen bereits selber vorgenommen hatte[1]). War meine damalige allgemeine Ableitung, wie wir gesehen haben, selbst für die Herren Referenten der letzten Jahre, darunter DRIESCH selber, noch zu schwierig, was würde an Verständnis heraus gekommen sein, wenn ich gleich diese analytischen Besonderheiten und Komplikationen mit in die allgemeinen Erörterungen einbezogen hätte.

Es ist DRIESCH ferner nicht bekannt, dass ich das Leben der Gewebe resp. der aus ihnen gebildeten Organe vor 21 Jahren in zwei Perioden getheilt habe, in denen ihre Entstehungsursachen und auch allein schon ihre Erhaltungsursachen wesentlich verschieden sind. Erstens in eine Periode des funktionellen Lebens, in der die Organe zur Erhaltung wie zur weiteren Ausbildung des funktionellen Reizes bedürfen. Diese Periode tritt nach meiner Annahme erst nach dem Beginne des Funktionirens allmählich ein. Ihr stelle ich gegenüber die embryonale Periode κατ' ἐξοχήν, die theils durch Erfahrungen an Missbildungen seitens früherer Autoren wie PANUM, F. MARCHAND (s. Ges. Abh. II. pag. 205), theils durch meine eigenen Beobachtungen charakterisirt ist, die Periode der Entstehung aus besonderen, uns zur Zeit noch unbekannten Ursachen, welche zum großen Theil in

---

[1]) In ähnlicher Weise hat DRIESCH jüngst (gleichfalls in dem genannten Referat, pag. 836) entdeckt, dass der von mir aufgestellte, von ihm jahrelang bekämpfte Begriff der Selbstdifferenzirung in seiner richtigen, d. h. nützlichen Bedeutung von ihm herrührt. Unter Selbstdifferenzirung eines (NB. stets bestimmt zu bezeichnenden) Gebildes (z. B. des Eies, einer Zelle, eines bestimmten Komplexes von Zellen) verstehe ich bekanntlich solche Veränderungen desselben, deren specifische Beschaffenheit aus in dem Gebilde selber (also nicht außerhalb desselben) liegenden Ursachen stattfinden. DRIESCH sagt dazu: »Bei unbefangener Prüfung entdecken wir, dass dieser Begriff eigentlich gar nichts Positives aussage, sondern nur Negatives. Er sagt aus, dass Etwas von etwas Anderem nicht abhänge.« »Daraus geht hervor, dass man hinzusetzen muss, von wem die Differenzirung im gegebenen Falle nicht abhängt.« Und er fügt hinzu, dass »der Begriff der Selbstdifferenzirung in unserem ihm jetzt ertheilten Sinne dann in manchen Fällen ‚wirklich nützlich, das heißt fruchtbar' sein kann«.

Also DRIESCH formulirt die Sache negativ und sagt dann, dass nur ein negativer Begriff vorliege. Nach dieser Auffassung ist auch jede bestimmte Zahl, z. B. 10, nur ein negativer Begriff, denn sie bedeutet »nicht 11, 100 etc.«. Von wem die Differenzirung des Gebildes unabhängig sei, brauchen wir meiner Meinung nach nicht im Einzelfalle besonders zu sagen, denn wenn die specifischen Differenzirungsursachen in dem genannten Gebilde selber liegen, so ist seine Veränderung also von seiner Umgebung unabhängig. Das hat DRIESCH in den mehr als 10 Jahren, die er dagegen gekämpft hat, nicht erkannt. Nun aber hat er den Begriff, wie er meint, erst »wirklich nützlich« und dadurch sich zu eigen gemacht! (s. auch das nachstehende Referat über HERBST pag. 661.)

den Organen selber gelegen sind (also Entstehung der betreffenden Gebilde durch Selbstdifferenzirung), zugleich die Periode des selbständigen Wachsthums und des selbständigen Erhaltungsvermögens der Theile (NB. in der z. B. Knorpel in Folge von Entlastung durch Wegfall des hemmenden Druckes oder bei Zugeinwirkung geradezu stärker wächst als vorher [II. pag. 49], statt wie später in der zweiten Periode in Folge der Entlastung zu atrophiren) (siehe Ges. Abh. I. pag. 349, 311; II. pag. 281). Driesch führt diese mehrfach von mir verwendete und von Anderen angenommene Distinktion fast identisch jetzt als neu an.

Schließlich sei noch eine angebliche Thatsache berichtigt. Driesch sagt am Schluss: »Wie vorsichtig wir auf diesem ganzen Gebiete sogar in der Hinnahme der angeblich thatsächlichen Befunde selbst sein müssen, lehrte uns kürzlich Brandes, welcher konstatiren konnte, dass ein angeblicher Einfluss der Nahrung auf die Ausbildung des Vogelmagens in den experimentell neu geprüften Fällen nicht existirte.«

Demgegenüber kann ich mittheilen, dass ich vor anderthalb Decennien die Mägen vieler Stopfgänse von 10—16 Pfund Gewicht und andererseits mit Körnern gefütterter Gänse von etwa dem halben Gewicht der vorigen untersucht habe, und dass der Muskelmagen der Körnergänse trotz deren viel geringeren Gewichts das Drei- bis Vierfache dessen der Stopfgänse wog, und viel dickere und festere Schleimhautauskleidung besaß, als sie der Magen der letzteren darbot: Unterschiede, die den deutlichsten Ausdruck theils quantitativer wie qualitativer funktioneller Anpassung an die andere Ernährungsweise darstellen. Ich werde das Material noch besonders publiciren lassen.

Im letzten Theile des Vorstehenden wurde eine erhebliche Anzahl unrichtiger Angaben und Urtheile H. Driesch's über wesentliche Glieder meiner Arbeiten berichtigt. Sie stellen aber nur einen Bruchtheil der Gesammtheit derer da, die in dem oben genannten »Gesammtreferat des Autors über die bisherigen Leistungen der Entwickelungsmechanik« enthalten sind und fast alle meine theoretischen Ausführungen gleich den vorstehenden bis zur Unbrauchbarkeit verändern.

Es wäre mir erfreulich, wenn nun allmählich die Zeit herankäme, in der meine Angaben und Theorien richtig wiedergegeben und begründet werden, ehe man sie beurtheilt. Wenn auch Driesch diesem Wunsche nachkommt, wird ~~auch~~ er zwar viel weniger zu bekämpfen und, wie er glaubt, zu berichtigen haben; dann wird aber seine Kritik, und zwar bei der Schwierigkeit unserer Probleme die schärfste Kritik nur förderlich sein.

